



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Departamento de Profilaxis, Odontopediatría y Ortodoncia



TESIS DOCTORAL

**“ESTUDIO DEL SELLADO MARGINAL DE LAS RESINAS
COMPUESTAS MODIFICADAS CON
POLIACIDOS EN MOLARES TEMPORALES”**



NURIA ESTHER GALLARDO LÓPEZ

Director: Prof. Dr. M. JOAQUIN DE NOVA GARCÍA

Madrid, 1999



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

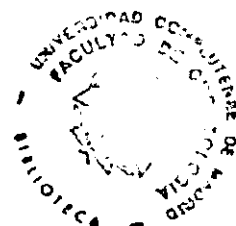
FACULTAD DE ODONTOLOGIA

D. MANUEL JOAQUIN DE NOVA GARCIA, PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE PROFILAXIS, ODONTOPEDIATRIA Y ORTODONCIA (ESTOMATOLOGIA IV) DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CERTIFICA: Que Dña. Nuria Esther Gallardo López, ha realizado bajo mi dirección el trabajo titulado: "ESTUDIO DEL SELLADO MARGINAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS MODIFICADAS CON POLIACIDOS EN MOLARES TEMPORALES", que presenta como Tesis Doctoral y que considero apto para ser defendido.

En Madrid, a siete de mayo de mil novecientos noventa y nueve.

Prof. Manuel Joaquín de Nova García



*A mis padres,
por su cariño incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis Doctoral se ha realizado con la colaboración de muchas personas, pero especialmente quiero hacer llegar mi agradecimiento:

- Al profesor Manuel Joaquín De Nova García, por transmitirme su saber y por el estímulo y la atención que me ha prestado.
- A mi hermano Alberto, por dedicarme en todo momento su limitado tiempo libre y su paciencia.
- A mi padre, por su apoyo, su ayuda y su insistencia en la finalización de este trabajo.
- A Elena Alonso, María Jesús Díez-Yanguas y Susana Guerra, por su amistad y su interés en la obtención de la muestra.
- A los miembros del Laboratorio de Caracterización Microestructural y Microanalítica de la División de Materiales y Estructuras del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial “Esteban Terradas”, por facilitarme los medios y conocimientos técnicos necesarios.
- Al Centro de Proceso de Datos de la U.C.M., Area de Apoyo a Investigación, y especialmente a Pedro Cuesta Alvaro, por su aportación básica en el método estadístico.
- Al Departamento de Odontología Conservadora de la U.C.M., por permitirme llevar a cabo el termociclado de la muestra.
- A mi madre y a mi hermana, por su ánimo constante en todos mis proyectos.



| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| 1. CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO CONVENCIONALES | 2 |
| 1.1. Concepto y Origen | 2 |
| 1.2. Composición | 5 |
| 1.3. Reacción de Fraguado | 7 |
| 1.4. Propiedades | 9 |
| 1.4.1. Biocompatibilidad | 9 |
| 1.4.2. Liberación de Flúor | 10 |
| 1.4.3. Adhesión | 11 |
| 1.4.4. Reacción de Fraguado | 13 |
| 1.4.5. Propiedades Físico-químicas | 14 |
| 1.4.6. Estética y Manipulación clínica | 15 |
| 1.5. Tipos | 16 |
| 1.5.1. Tipo I – Cementado | 16 |
| 1.5.2. Tipo II – Restauración | 18 |
| 1.5.3. Tipo III – Bases / Fondos | 20 |
| 2. CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO REFORZADOS CON PLATA – CERMETS | 23 |
| 3. CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO MODIFICADOS CON RESINA .. | 28 |
| 3.1. Origen y Denominación | 28 |
| 3.2. Composición | 29 |
| 3.3. Reacción de Fraguado | 31 |
| 3.4. Propiedades | 32 |
| 3.4.1. Liberación de Flúor y Biocompatibilidad | 32 |
| 3.4.2. Propiedades Mecánicas y de Adhesión | 34 |
| 3.4.3. Propiedades Térmicas | 39 |
| 3.4.4. Radiopacidad y Propiedades Cromáticas | 40 |
| 3.4.5. Polimerización | 41 |
| 3.4.6. Factores que afectan a las Propiedades | 42 |

| | |
|--|-----|
| 3.5. Aplicaciones Clínicas | 45 |
| 3.5.1. Fondos y Bases Cavitarias | 45 |
| 3.5.2. Restauraciones | 46 |
| 3.5.3. Selladores | 50 |
| 3.5.4. Cementación | 51 |
| 4. RESINAS COMPUESTAS MODIFICADAS CON POLIACIDOS | 53 |
| 4.1. Concepto y Denominación | 53 |
| 4.2. Composición y Reacción de Fraguado | 54 |
| 4.3. Propiedades | 55 |
| 4.3.1. Manipulación Clínica y Biocompatibilidad | 55 |
| 4.3.2. Liberación de Flúor y Propiedad Cariostática | 57 |
| 4.3.3. Propiedades Mecánicas y de Adhesión | 59 |
| 4.3.4. Propiedades Cromáticas y Radiopacidad | 63 |
| 4.4. Aplicaciones Clínicas | 65 |
| 4.4.1. Restauraciones | 65 |
| 4.4.2. Otras Aplicaciones | 66 |
| II. REVISION BIBLIOGRAFICA | 68 |
| 1. SELLADO MARGINAL DE LOS CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO MODIFICADOS CON RESINA | 70 |
| 1.1. Restauraciones | 70 |
| 1.2. Fondos y Bases Cavitarias | 83 |
| 2. SELLADO MARGINAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS MODIFICADAS CON POLIACIDOS | 97 |
| 3. ESTUDIOS COMPARATIVOS DEL SELLADO MARGINAL QUE PROPORCIONAN DISTINTOS MATERIALES RESTAURADORES | 99 |
| 4. ESTUDIOS DE MICROFILTRACION EN DENTICION TEMPORAL | 117 |
| III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS | 131 |

| | |
|--|-----|
| IV. MATERIAL Y METODO | 134 |
| 1. MUESTRA | 135 |
| 1.1. Factores de Inclusión | 135 |
| 1.2. Factores de Exclusión | 136 |
| 2. MATERIAL | 137 |
| 2.1. F2000 | 138 |
| 2.2. Compoglass | 142 |
| 3. METODO | 146 |
| 3.1. Procedimiento | 146 |
| 3.1.1. Almacenamiento | 146 |
| 3.1.2. Preparaciones Cavitarias | 146 |
| 3.1.3. Obturaciones | 149 |
| 3.1.4. Proceso de Envejecimiento | 156 |
| 3.1.5. Aislamiento | 156 |
| 3.1.6. Tinción | 157 |
| 3.1.7. Preparación de las Muestras para su Estudio | 157 |
| 3.1.8. Observación y Registros Fotográficos | 160 |
| 3.1.9. Microscopía Electrónica de Barrido | 162 |
| 3.2. Parámetros de Evaluación | 164 |
| 3.3. Análisis Estadístico de los Datos | 165 |
| V. RESULTADOS | 166 |
| 1. ESTUDIO DE MICROFILTRACION | 167 |
| 1.1. Análisis Individual de los Materiales Restauradores | 205 |
| 1.1.1. F2000 | 205 |
| 1.1.2. Compoglass | 206 |
| 1.2. Análisis Global de los Materiales Restauradores | 209 |
| 1.2.1. F2000 | 209 |
| 1.2.2. Compoglass | 209 |

| | |
|--|-----|
| 1.3. Análisis Comparativo entre los Materiales Restauradores | 210 |
| 1.3.1. Márgenes | 210 |
| 1.3.2. Restauraciones | 212 |
| 2. EXAMEN CON MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO | 213 |
| 2.1. Interfase Esmalte – F2000 | 213 |
| 2.2. Interfase Dentina – F2000 | 216 |
| 2.3. Interfase Esmalte – Compoglass | 219 |
| 2.4. Interfase Dentina – Compoglass | 222 |
| VI. DISCUSION | 225 |
| 1. ESTUDIO DE MICROFILTRACION | 227 |
| 2. ESTUDIO CON MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO | 238 |
| VII. CONCLUSIONES | 240 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 243 |
| 1. POR ORDEN DE APARICION | 244 |
| 2. POR ORDEN ALFABETICO | 255 |

I. INTRODUCCION

1. CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO CONVENCIONALES.

1.1. CONCEPTO Y ORIGEN.

MC LEAN, NICHOLSON Y WILSON han definido al cemento de vidrio ionómero como: " un cemento que consiste en un cristal básico y un polímero ácido que polimeriza mediante una reacción ácido-base entre estos componentes" ⁽¹⁾.

Los cementos de vidrio ionómero aparecieron gracias a los trabajos de investigación llevados a cabo por **WILSON Y KENT**. Sin embargo, es importante destacar que la invención de estos cementos ocurrió, en cierta forma, de modo casual. De hecho, el trabajo original, iniciado a principios de los años 60 por estos profesionales, tenía como objetivo mejorar las propiedades del cemento de silicato que era el principal material de restauración para el sector anterior en aquel entonces⁽²⁾.

En 1964, obtuvieron algunos resultados interesantes en sus experimentos, los cuales les indicaron la posibilidad de mejorar el cemento de silicato, reemplazando al ácido fósfórico incluido en su composición por otro menos agresivo, algún tipo de ácido quelante que pudiera también interactuar con la apatita⁽²⁾.

En 1965, **WILSON** comenzó a preparar nuevos cementos experimentales con el polvo del cemento de silicato (vidrio aluminio-silicato) y con un cierto número de ácidos: tartárico, pirúvico, tánico, fluobórico, etc... a determinadas concentraciones. Los resultados parecieron prometedores, los cementos se mezclaban bien, tenían buenas propiedades de trabajo y fraguaban entre 2 y 8 minutos. Pero, en mayor o menor medida, todos resultaron hidrolíticamente inestables. Sólo con una solución de ácido poliacrílico al 25%, el cemento fué estable en agua, pero resultó ser una pasta difícilmente tratable, sin tiempo de trabajo o muy reducido, y que fraguaba de forma excesivamente lenta (hasta 24 horas).

En 1968, descubrieron que la proporción alúmina/silicio del vidrio influía directamente en el tiempo de trabajo, por lo que de nuevo se abrió el camino para poder reemplazar al ácido fosfórico por un ácido más débil. Con ello se obtendrían cementos menos irritantes para la pulpa y a la vez, más resistentes al ataque de los ácidos de la placa, ya que contendrían uniones covalentes (cadenas de polímeros) además de uniones iónicas⁽²⁾.

Así, en 1969, con cristales de aluminosilicato más reactivos y con soluciones acuosas de ácido poliacrílico al 40 ó 50% consiguieron obtener un cemento con un razonable tiempo de fraguado (menor a 5 minutos), pero que todavía no podía emplearse clínicamente por sus problemas de conservación. La mezcla fue denominada Aspa I (Alumino Silicate Polyacrylic Acid). Las ventajas que ofrecía sobre los anteriores cementos eran⁽³⁾:

- Adhesión a tejidos dentarios y a ciertos substratos metálicos.
- Propiedades estéticas parecidas a los silicatos.
- Biocompatibilidad.
- Propiedades mecánicas estables en el tiempo.

Aunque ASPA I era ya un material útil, era necesario realizar un mayor esfuerzo para mejorar su tiempo de trabajo y de fraguado. Descubrieron que los iones de aluminio podrían ser los responsables del reducido tiempo de trabajo que ofrecía el cemento, ya que parecían enlazarse prematuramente con las cadenas de ácido poliacrílico. Y pensaron, que si ésto ocurría así, la formación de complejos de aluminio-flúor podrían disminuir esta reacción química indeseable, manteniendo temporalmente alejados a los iones de aluminio de las cadenas de polímeros. Pero, para complementar su efecto, era necesario incluir un tercer componente que actuara como un aditivo controlador de la reacción. En 1976, **WILSON Y KENT** añadieron ácido tartárico a

la fórmula del cemento, obteniendo el ASPA II^(2,3,4).

JOHN MC. LEAN realizó los trabajos clínicos sobre el ASPA II, presentándolo en el Congreso de Adelaida, Sur de Australia, en 1976^(4,5). Se inició la divulgación y comercialización del producto. Posteriormente, en el ASPA III, se asoció metanol para asegurar su conservación pero, lamentablemente, sus propiedades mecánicas resultaron ser poco elevadas⁽³⁾.

Por último, apareció en el mercado el ASPA IV, cuyo líquido estaba constituido por una solución acuosa de copolímeros de ácido acrílico e itacónico (para elevar la estabilidad en solución acuosa) y un 5% de ácido tartárico (para regular la velocidad de reacción de fraguado)^(3,4). Con ello, se consiguieron mejores cualidades mecánicas y estéticas que en sus predecesores.

Tal y como aparece esquematizado en la Tabla I, con el cemento de vidrio ionómero se obtuvo un material con las cualidades estéticas del vidrio y las adhesivas de ácido poliacrílico, evitando así los inconvenientes de los silicatos por su acidez, de los policarboxilatos por su opacidad y del fosfato de zinc por ambas desventajas^(6,7).

| | | LIQUIDO | |
|-------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | Ac.Fosfórico (Acidez) | Ac.Poliacrílico (Adhesión) |
| POLVO | Oxido de Zinc (Opacidad) | FOSFATO DE ZINC | POLICARBOXILATO |
| | Vidrio (Estética) | SILICATO | CEMENTO DE VIDRIO IONOMERO |

TABLA I: *Formulación y Propiedades de distintos cementos.*

1.2. COMPOSICION.

El cemento de vidrio ionómero se presenta en forma de polvo y líquido, cuyos componentes son: vidrio, poliácidos y agua.

El vidrio se encuentra siempre en forma de polvo. Como ya se ha comentado anteriormente, es un cristal en forma de fluoraluminosilicato, cuya principal propiedad es su capacidad de liberar gran cantidad de iones (Ca^{2+} , Al^{3+} , Sr^{2+} , La^{2+} o Zn^{2+}) al ser atacado por el ácido poliacrílico. Esta propiedad es la que le atribuyó el nombre genérico a este cemento: **VIDRIO IONOMERO⁽¹⁾**.

La composición del vidrio en peso es, principalmente:

| | |
|-------------------------|--------|
| - Fluoruro de aluminio: | 34,3 % |
| - Dióxido de silicio: | 29 % |
| - Oxido de aluminio: | 16,6 % |
| - Fosfato de aluminio: | 9,9 % |
| - Fluoruro sódico: | 3% |

Su obtención se consigue calentando todos estos componentes de 1100° a 1500° C. Posteriormente se tritura, resultando un polvo cuyo tamaño medio de partícula es de 40 μm para los ionómeros de restauración y de 25 μm para los ionómeros de cementado^(7,8).

Merece hacer una llamada de atención la presencia de flúor en el vidrio, ya que, como se explicará más adelante, su acción en la reacción de fraguado influye positivamente sobre la manipulación del material. De hecho, si el flúor no actuase de esta forma, el material sería una pasta imposible de manejar⁽⁶⁾.

Como segundo componente, encontramos el poliácido (en forma de líquido) constituido, en principio, por ácido poliacrílico en una solución acuosa. En la actualidad, según cada fabricante, puede estar combinado con otros ácidos (tartárico, itacónico, maleico, fosfórico,...) que son agentes endurecedores o aceleradores de la reacción de fraguado.

De manera genérica, se denomina a este ácido como policarboxílico, ya que su cadena contiene gran cantidad de radicales carboxílicos COOH.

En nuestros días, la presentación comercial del cemento de vidrio ionómero, según cada fabricante, puede ser de 2 formas:

- Hídrica: Como se ha descrito anteriormente, el líquido es ácido poliacrílico en una solución acuosa.

- Anhídrica: El poliácido se ha deshidratado y se incorpora al polvo. Pero dicha denominación no es del todo correcta, ya que para su utilización, el preparado debe hidratarse de nuevo mediante la adición de agua o de una solución diluida de ácido tartárico.

Estos ionómeros deshidratados son más estables y su manipulación es más sencilla, con un tiempo de endurecimiento menor^(4,6,7,9).

Por último, el agua es fundamental en la fórmula del cemento de vidrio ionómero, ya que proporciona el medio en que se realizan los intercambios iónicos. Su falta o exceso produce enormes alteraciones del material (especialmente resquebrajamiento al desecarse).

1.3. REACCION DE FRAGUADO.

La reacción de fraguado de los cementos de vidrio ionómero es compleja, pero es imprescindible conocerla para una correcta manipulación del material.

El cemento de vidrio ionómero resulta de una **REACCION ACIDO-BASE** en la que el ácido poliacrílico reacciona con el polvo de vidrio (base) formándose una matriz (sal) de policarboxilato y agua.

Tal y como aparece representado en la FIGURA I y explicamos a continuación, la reacción tiene lugar en 3 pasos^(4,6,7):

Primero: Ionización del ácido policarboxílico (COOH) en agua en presencia del cristal, para formar un polímero de carboxilato cargado negativamente (COO⁻) y protones (H⁺).

Segundo: Ataque de los protones (H⁺) al cristal originando la liberación de iones positivos de Ca⁺⁺, Al⁺⁺⁺ y AlF⁺⁺, formando una matriz que envuelve al núcleo de vidrio que todavía no ha reaccionado.

Dichos restos que no han reaccionado están rodeados por una interfase que los une (o separa) de la matriz por una capa denominada "gel silíceo hidratado". Este nombre proviene de que al intercambiarse los protones (H⁺) con los iones metálicos de la zona externa, queda una superficie relativamente rica en sílice y protones, con las características físicas de un gel e hidratada.

Tercero: Entrecruzamiento de los iones de Ca⁺⁺ y de Al⁺⁺ con 2 ó 3 COO⁻ del polímero de policarboxilato para formar una sal metálica.

El Ca⁺⁺ se libera más rápidamente y al reaccionar con el polímero forma una matriz de policarboxilato de calcio que proporciona al cemento su fraguado inicial. Tiene lugar a los pocos minutos de la mezcla y confiere al ionómero apariencia de fraguado completo.

Los iones de Al^{+++} de mayor valencia y peso molecular reaccionan más lentamente, formando sales en el interior de la matriz, consiguiendo así un endurecimiento progresivo hasta el fraguado completo. Esta segunda reacción se inicia entre los 5 y 30 minutos posteriores a su mezcla y termina generalmente a las 24 horas. La lenta reacción del aluminio es la responsable del efecto negativo que la humedad ejerce sobre los ionómeros durante su fraguado, pero a la vez, al producir el mayor grado de entrecruzamiento molecular, produce una red más estable y resistente.

Al mismo tiempo, alguno de los iones policarboxilato sustituyen a los iones complejos AlF^{++} y dan lugar a la liberación de iones flúor (F^-). Esta capacidad de desprender iones flúor dentro de la estructura circundante se mantiene a lo largo de meses e incluso períodos superiores de tiempo.

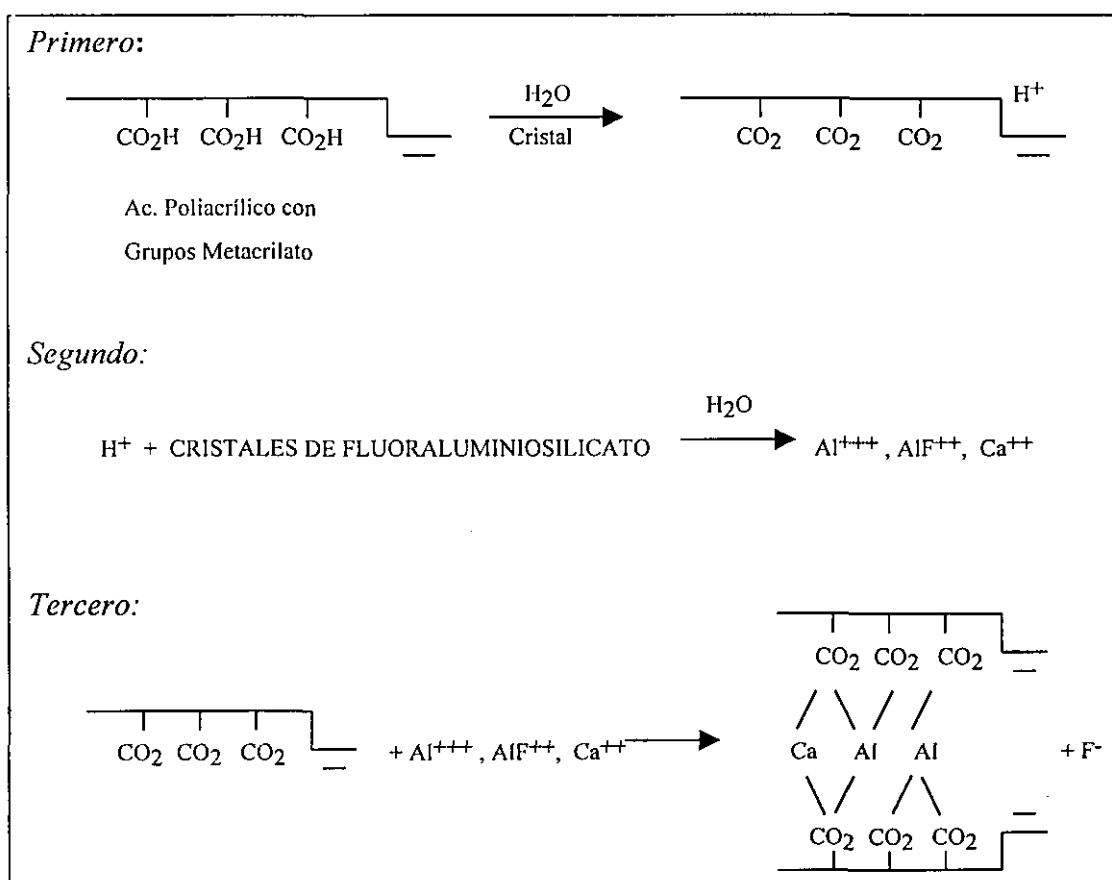


FIGURA I: Reacción de Fraguado de los Ionómeros Convencionales.

1.4. PROPIEDADES.

1.4.1. Biocompatibilidad.

Desde el momento en que **MC. LEAN Y WILSON** introdujeron los cementos de vidrio ionómero, sugirieron que debido a la incorporación en su composición de ácidos débiles (ácido poliacrílico) y a los polímeros con alto peso molecular (limitada difusión a través de la dentina), estos cementos serían poco irritantes para la pulpa y bien tolerados por los tejidos blandos (periodonto)^(5,10).

Además hay que añadir que su pH es neutro y que su reacción de fraguado no es exotérmica⁽³⁾.

El dilema surge al encontrarnos con zonas cercanas al tejido pulpar. Por un lado, algunos investigadores, como **PATERSON Y WATTS** (1987), **MULLER** (1990), **SCHMALZ** (1991) y **TYAS** (1992) han puntualizado que las zonas cercanas a la pulpa (menores a 0.5 mm) deben protegerse con hidróxido de calcio, lo cual proveerá de una mejor protección pulpar sin disminuir el grado de adhesión, especialmente en los casos de cementación de coronas, ya que en la mayoría se presenta en mayor o menor medida sensibilidad similar a la que aparece al emplear otros cementos como el fosfato de zinc o el policarboxilato^(7,10,11,12).

Sin embargo, para otros autores como **HUME Y MOUNT** (1988) y **SNUGGS** (1993), no es necesario colocar ninguna base debajo de los cementos de vidrio ionómero.

Incluso cuando el tejido pulpar sano se ve expuesto, sí se producirá una respuesta inflamatoria severa durante unos 30 días aproximadamente, pero será totalmente reversible si hay ausencia de actividad bacteriana.

Si no existe exposición pulpar no se producirá tal respuesta inflamatoria y la presencia de otro material, como podría ser el hidróxido de calcio, reduciría el área de dentina disponible para la adhesión, aumentando el riesgo de microfiltración⁽⁵⁾.

Con respecto al resto del organismo, no se ha demostrado relación en cuanto al uso de cementos de vidrio ionómero y alguna enfermedad sistémica⁽¹¹⁾.

1.4.2. Liberación de Fluor.

Como ya se indicó al explicar la reacción de fraguado, los cementos de vidrio ionómero presentan como una de sus principales ventajas la liberación de flúor⁽¹³⁾. Esto ocurre porque los iones de flúor quedan libres dentro de la estructura del ionómero y mediante un proceso de difusión pasan a los tejidos circundantes. La concentración de flúor puede variar entre 100 y 500 ppm.

La liberación de flúor es alta inicialmente, pero disminuye con el tiempo de forma gradual hasta estabilizarse en niveles constantes durante períodos que varían desde meses, hasta más de un año desde su aplicación^(14,15).

Se han realizado diversos estudios cuyos resultados, en cierta medida, justifican esta variabilidad en el período de tiempo de la liberación de flúor del material. Dichos estudios, como el de **HATIBOVIC-KOFMAN ET AL.**⁽¹⁶⁾ en 1997, han demostrado que frecuentes aplicaciones de soluciones fluoradas tópicas, rellenan los depósitos de flúor del ionómero, "recargándolo" y prolongando así su actividad.

Esta propiedad beneficia de 2 formas principalmente, por un lado, evita la formación de caries secundarias, confiriéndole al cemento un efecto cariostático al interferir en el crecimiento o metabolismo de las bacterias. En 1993, **GEIGER Y**

WEINER⁽⁶⁾ describieron que la capa formada entre el cemento y la dentina es de alta resistencia y de baja o nula solubilidad, resultando como una barrera para la acción del ácido láctico de dichas bacterias.

Por otro lado, el flúor actúa remineralizando las incipientes lesiones de esmalte adyacente. **CATE Y VAN DUINEN**⁽¹⁷⁾, en 1995, demostraron que se producía hipermineralización en las lesiones dentinales adyacentes a las restauraciones realizadas con cemento de vidrio ionómero.

1.4.3. Adhesión.

*** Superficie Dentaria:**

La capacidad de adhesión del cemento de vidrio ionómero a los tejidos duros dentarios constituye otra de sus características primordiales. De hecho, fue esta propiedad, junto a la anteriormente comentada, la liberación de flúor, la que principalmente lo impulsaron en su aceptación y posterior aplicación clínica.

Esta adhesión se debe a la unión que, de forma irreversible, se produce entre los iones de poliacrilato y la superficie de la hidroxiapatita. Más concretamente, se produce una interacción electrostática entre los grupos carboxilo (COO⁻) del poliácido y los iones calcio y fosfato de la superficie dentaria. Así, en dicha superficie tisular, queda incluido el policarboxilato y en la superficie cementaria encontramos los iones calcio y fosfato desplazados del diente^(4,6).

Según algunos estudios, como el realizado por **SMITH** y colaboradores⁽¹⁸⁾, las fuerzas de unión a tejidos dentarios se encuentran entre los 3 y 5 Mpa., siendo las mayores con el esmalte, después con la dentina y por último con el cemento.

*** Acondicionamiento de la Superficie Dentaria:**

Las fuerzas adhesivas que se establecen entre el cemento y el tejido dentario mineralizado pueden mejorar con la preparación o el acondicionamiento de la superficie dentaria previo a la aplicación del cemento.

Se han probado diversas sustancias capaces de eliminar el barrillo dentinario o smear layer, ya que, según se ha demostrado, es éste quien impide en gran parte el intercambio iónico antes mencionado, afectando a las fuerzas de unión del cemento.

Tal y como Wilson y Mc. Lean introdujeron, **POWIS ET AL⁽¹⁹⁾** corroboran que los mejores resultados se obtienen con la aplicación de ácido poliacrílico al 25-35% durante 10 sg. Ello se debe, por un lado, a que este poliácido forma parte de la composición del propio cemento y, por otro, a que cumple los requisitos de eliminar el barrillo dentinario, produciendo una ligera desmineralización y captando iones de calcio. Además, disminuye la energía superficial del tejido dentario, de tal forma, que el cemento que tiene mayor energía, fluye y se adapta perfectamente sobre el diente^(4,5,6,7,17).

*** Metales:**

Los cementos de vidrio ionómero pueden adherirse a metales no nobles, pero no a materiales no reactivos como la cerámica o los metales nobles. La unión es de tipo físico-químico por un intercambio iónico. Así ocurre con el hierro y el estaño existentes en muchas aleaciones metálicas.

*** Composites:**

Los cementos de vidrio ionómero no pueden unirse a las resinas compuestas de

forma directa. Por ésto, se pensó en la posibilidad de obtener una retención micromecánica de la misma forma que se produce en el esmalte, sometiendo al cemento a un grabado con ácido ortofosfórico.

De esta manera, la unión cemento de vidrio ionómero - composite es posible. Debe considerarse que las características del cemento de vidrio se ven algo alteradas por su sensibilidad al agua, como se explicará más adelante. Según **KHALIFE, HOTTEL Y RASMUSSEN⁽²⁰⁾**, el tiempo óptimo de grabado es de 60 segundos.

1.4.4. Reacción de Polimerización.

La reacción de polimerización del cemento de vidrio ionómero produce cambios dimensionales insignificantes en el material. Es decir, la contracción de polimerización, aunque existente, es prácticamente nula.

También hay que destacar que esta reacción no se considera exotérmica. **PANAGIOTOUNI Y KARANIKAKOUMA⁽²¹⁾**, en 1995, realizaron un estudio comparativo sobre la liberación de calor de varios cementos durante su polimerización. Los resultados indicaron que las temperaturas durante el fraguado del cemento de vidrio ionómero fueron biocompatibles, sin causar ningún tipo de daño pulpar. Entre los 1.5 y 2.5 minutos de su aplicación alcanzó el grado máximo de temperatura, situado entre 38°C y 40.8°C.

Sin embargo, el cemento de vidrio ionómero es un material muy sensible al desequilibrio hídrico en sus primeras fases de polimerización, lo cual, se complica al tener una reacción de fraguado tan prolongada.

Por tanto, es imprescindible proteger al cemento, al menos durante 24 horas tras

su aplicación, para evitar que se vea sometido a un exceso o defecto de agua, ya que esto produciría su disolución o resquebrajamiento respectivamente^(6,7). La mayoría de los fabricantes proporcionan un barniz que, aplicado sobre el ionómero, intenta controlar el equilibrio cemento-agua, evitando así estos inconvenientes. Algunos autores, como **MOUNT ET AL.**⁽⁵⁾ y **HOTTA ET AL.**⁽²²⁾, han puesto en entredicho la eficacia de dichos barnices, aconsejando en su lugar el empleo de algunas resinas de adhesión dentinaria fotopolimerizables.

1.4.5. Propiedades Físico-Químicas.

Dentro de las propiedades físico-químicas de los cementos de vidrio ionómero destacamos como positivas las siguientes:

- El coeficiente de expansión térmica es similar al de la estructura dentaria, particularmente al de la dentina⁽²³⁾.
- La difusión térmica de los cementos de vidrio es bastante similar a la dentinaria, tal y como lo han verificado algunos estudios (**CRAIG** (1989), **BRANTLEY** (1993), etc.⁽²⁴⁾.
- Su dureza aumenta con el tiempo, hasta incluso una semana después de su aplicación.
- La resistencia a la erosión ácida es alta y también aumenta con el tiempo. Los cementos de vidrio presentan menor solubilidad frente a los ácidos que los silicatos, pero mayor que los composites^(14,25).

Sin embargo, también es importante puntualizar que:

- Los cementos de vidrio ionómero tienen baja resistencia a la abrasión y a la

fractura. Además, sus fuerzas de flexión y compresión son reducidas, por lo que deben evitar colocarse en zonas donde sean sometidos a contactos oclusales fuertes^(26,27).

- Son solubles en medio bucal.

1.4.6. Estética y Manipulación Clínica.

Aunque son materiales que asemejan el color dentario, los ionómeros todavía distan mucho de ofrecer una estética aceptable por su escasa gama de tonos y su nula translucidez.

Su manipulación está muy vinculada a la relación polvo/líquido del cemento, ya que, aunque esta relación debe ser alta para obtener las mejores características de resistencia y solubilidad del material, ésto aumenta su viscosidad y su dificultad de aplicación.

1.5. TIPOS.

Los cementos de vidrio ionómero convencionales pueden ser de 3 tipos. La diferencia entre ellos estriba en su proporción polvo/líquido y en el tamaño de partícula del cemento que está adaptado a cada aplicación clínica.

1.5.1. Tipo I – Cementado.

Su empleo va dirigido al cementado de coronas, puentes, incrustaciones, pernos, bandas y brackets ortodóncicos, etc... El tamaño de partícula no debe exceder de las 10 μm , con el fin de obtener un espesor de capa final satisfactorio.

La proporción polvo/líquido debe ser de 1.5:1 aproximadamente, para obtener una fluidez óptima para la cementación⁽⁵⁾.

MC LEAN⁽²⁸⁾ describió a este tipo de cementos de vidrio como de baja viscosidad, razonable tiempo de trabajo (5 min. aproximadamente), rápida polimerización, baja solubilidad cuando alcanza su fraguado completo, alta fuerza de compresión y acción cariostática por su liberación de flúor, lo que les hace ideales para el cementado.

Sin embargo, varios autores lo han cuestionado y, de hecho, prescindido de su uso, por la sensibilidad postoperatoria que aparece en algunos casos, principalmente tras el cementado de coronas de recubrimiento total. Han surgido diversas explicaciones a este fenómeno, como son^(4,9,15,28):

- El bajo pH inicial del cemento.

- El delgado espesor cementario, que puede facilitar la presión de la prótesis sobre el muñón dentario e incluso permitir el contacto directo del metal con el diente cuando, inicialmente, el material tiene baja viscosidad.
- La presión hidrostática que se produce a través de los túbulos dentinarios durante la colocación de la prótesis.
- La microfiltración que se produzca a través del cemento.
- La velocidad de fraguado cementaria.
- La solubilización de los iones de calcio y aluminio.
- La deshidratación de los túbulos dentinarios durante la polimerización.

MC. LEAN^(9,28) en cambio, atribuye este indeseable efecto secundario al mal empleo de la técnica de aplicación del cemento, así como a una dosificación polvo-líquido errónea. Para evitarlo recomienda que, tras la mezcla sobre una placa de vidrio fría, se aplique el cemento sobre el diente y en la superficie interna de la corona con un cepillo para evitar que aparezca presión hidrostática durante su colocación. Además introdujo los cementos encapsulados, en los que la proporción polvo/líquido está perfectamente controlada.

GONZALEZ⁽¹⁵⁾ también ha apuntado algunos otros detalles para un correcto empleo de los cementos de vidrio ionómero de tipo I:

- No tratar la dentina con soluciones desmineralizantes previamente a su uso.
- Limpiar la superficie dentaria con piedra pómez y agua para eliminar restos de cementos y partículas orgánicas.
- Aislar con dique de goma la superficie dentaria que va a recibir la cementación.
- No desecar con aire a presión el diente a tratar (es conveniente que mantenga su humedad natural).
- Arenar con óxido de aluminio de 50 a 75µm a alta presión la superficie de

los metales no nobles que van a cementarse. Si se trata de metales nobles deben estañarse previamente.

- Asentar la restauración sobre la superficie dentaria de forma suave.
- Retirar los excesos de cemento con un pincel rígido antes de su polimerización.
- Aplicar un barniz o una resina en los márgenes de la preparación para proteger el cemento de una prematura hidratación.

Con respecto al empleo del cemento de vidrio ionómero para el cementado de bandas y/o brackets ortodóncicos, **CROLL**⁽²⁹⁾ recomienda su uso en pacientes con alto riesgo de caries por su liberación de fluor.

1.5.2. Tipo II – Restauración.

La proporción de polvo en los cementos de vidrio de tipo II debe ser máxima, para mejorar así sus propiedades físicas. Aún así, según la experiencia clínica, la utilización de estos cementos como materiales de restauración en la dentición permanente debe restringirse a lesiones de fisuras y a cavidades de clase III y V. En la dentición decidua su uso puede ser más amplio considerando el carácter temporal de estas restauraciones.

En ningún caso se recomiendan restauraciones con cemento de vidrio ionómero que se vean sometidas a fuertes contactos oclusales, ya que, debido a su baja resistencia a la fractura y al desgaste, éstas fracasarían a corto plazo.

Para aprovechar al máximo las propiedades de adhesión del material, es conveniente acondicionar la dentina previamente a su aplicación con ácido poliacrílico. La obturación de las cavidades debe realizarse en bloque y, tal y como hemos venido

indicando en apartados anteriores, es primordial, para el éxito de las restauraciones, su protección del medio acuoso con una capa de resina fotopolimerizable en las primeras fases del fraguado. Esto proporcionará la máxima translucidez y fuerza mecánica a la restauración. El pulido y acabado debe retrasarse al menos 24 horas para permitir el fraguado completo del material.

A nivel estético, si la comparamos con otros materiales, la gama de colores que se ofrecen comercialmente de cementos de vidrio ionómero de tipo II es bastante reducida.

Generalmente, se ha venido considerando que las restauraciones en la dentición primaria son una de las principales indicaciones de los cementos de vidrio de tipo II.

Las propiedades adhesivas y cariostáticas del cemento, la liberación de flúor y el carácter temporal de las restauraciones son las principales razones de su utilización. Por todo ello, está justificada la minimización de las preparaciones cavitarias, que no requieren retención mecánica, aunque sí deben evitarse los istmos demasiado estrechos.

Para **FUKS, SHAPIRA Y BIELAK⁽³⁰⁾**, otro factor favorecedor del cemento de vidrio ionómero es que puede colocarse, ajustarse y pulirse en un sólo procedimiento, resultando un ahorro de tiempo considerable (dato muy a tener en cuenta al tratarse de un paciente infantil).

Pero, hay que destacar, que también en la dentición temporal encontramos limitaciones al empleo de estos cementos. En 1984, **FUKS, SAPHIRA Y BIELAK⁽³⁰⁾** evaluaron clínicamente el resultado de 101 restauraciones de clase II en molares temporales con un cemento de vidrio ionómero convencional. Según los malos resultados que obtuvieron al año de investigación (sólo 9 restauraciones eran aceptables), concluyeron que este material no debe ser empleado en el tratamiento de las clases II en molares primarios.

Siguiendo la misma línea, **CROLL**⁽²⁹⁾ opina, que en la dentición temporal, estos cementos pueden usarse en la restauración de lesiones cervicales y, en pacientes propensos a caries, en las lesiones cuyas restauraciones no estén sujetas a fuerzas de oclusión.

Sin embargo, también actualmente, **WALLS, MURRAY Y MC. CABE**⁽³¹⁾ se han planteado el uso clínico de los cementos de vidrio en la dentición temporal. En este estudio, de 2 años de duración, en el que se restauraron cavidades de clase I y II a 43 pacientes con amalgama y con cemento de vidrio indistintamente, los resultados fueron similares para ambos materiales.

1.5.3. Tipo III - Bases/Fondos.

Los cementos de vidrio ionómero empleados como fondos cavitarios deben tener un bajo contenido de polvo en su formulación para que fluyan fácilmente. No requieren altas propiedades físicas, ya que se aplican en las cavidades formando una fina capa (menor a 1 mm.) y se cubren por completo por otros materiales restauradores, como los composites y las amalgamas.

Aunque el empleo de fondos cavitarios, en general, sea discutido por muchos autores, las propiedades de biocompatibilidad, bacteriostáticas y de liberación de flúor hacen que los ionómeros sean materiales adecuados para esta función.

Sin embargo, el empleo de los cementos de vidrio ionómero es mejor aceptado como base de una restauración. Cuando en cavidades profundas es necesario reforzar la estructura dentaria debilitada, estos cementos son ideales sustitutos de la dentina.

MC. LEAN propuso, en 1985, la combinación de composite sobre el cemento de vidrio ionómero como base cavitaria. Esta técnica se denominó "sandwich" y hoy en día es bastante conocida y utilizada. Es importante destacar que, cuando el cemento se emplea como base, la proporción de polvo debe ser similar a la de los cementos tipo II.

Según **MC. LEAN**, es necesario esperar a que la base de cemento haya fraguado (4 min. aproximadamente) para colocar el material restaurador. Durante ese tiempo, el material no debe secarse, contaminarse con agua, ni retocarse la cavidad con instrumentos rotatorios. Mediante el grabado con ácido ortofosfórico de la superficie del cemento se consigue la adhesión micromecánica de los agentes adhesivos de los composites⁽¹⁵⁾.

Por sus características, lo ideal es que el cemento de vidrio ionómero quede como sustituto de la dentina y el composite reemplace al esmalte.

En cambio, algunos autores como **GARCIA BARBERO ET AL.**⁽³²⁾, opinan que la técnica sandwich descrita por MC. LEAN produce el deterioro del material. En un estudio que realizaron en 1995 sobre las interfases ionómero-dentina e ionómero-composite, proponen realizar el grabado ácido, lavado y secado de la cavidad antes de la aplicación del ionómero. Esto les permite además, aplicar resina líquida inmediatamente después de inyectar el ionómero, fotopolimerizarla y seguir con la restauración sin esperar a que fragüe el material. Con la resina se facilita también la adaptación del material a la cavidad, evitando que se adhiera a los instrumentos y, además, se protege al cemento de la hidratación-deshidratación.

Para **LEINFELDER**⁽³³⁾, los cementos de vidrio ionómero convencionales ofrecen suficientes ventajas como para ser considerados los materiales "base" de elección.

Con respecto a su combinación con otros materiales de restauración, **GONZALEZ⁽¹⁵⁾** indica que, según algunos trabajos, si se impregna con ácido poliacrílico al 25% la superficie del cemento de vidrio, se proporciona algún tipo de adhesión a la amalgama dental. Aún así, en estos casos se recomienda el empleo de cavidades retentivas.

2. CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO REFORZADOS CON PLATA-CERMETS.

En 1957, **MOSSLER** pensó combinar polvo de amalgama de plata con cemento de fosfato de zinc y emplearlo como base cavitaria.

Tuvieron que transcurrir 26 años para que **SIMMONS** retomara la idea e intentara llevar a cabo la misma hazaña, sustituyendo el fosfato por ionómero de vidrio. Con ello, consiguió mejorar las propiedades físicas del cemento de vidrio ionómero convencional, pero se encontró con un inconveniente: la difícil unión de la plata con el polvo del ionómero, ya que no se establece una unión fuerte entre las partículas cuando el cemento ha fraguado.

Pocos años más tarde, en 1985, **MC. LEAN Y GASSER**, encontraron la solución y crearon los cermets (materiales compuestos de elementos cerámicos y metálicos).

Para conseguir estos nuevos cementos, se realiza una mezcla íntima de partículas de plata de 3 a 4 μm , con el polvo del ionómero mediante un proceso denominado "sinterización". Mediante una prensa hidráulica, dicha mezcla se somete a altas presiones, convirtiéndola en comprimidos que se funden a temperaturas superiores a los 800°C.

La composición de los cermets es la siguiente⁽³⁾:

- Polvo: Plata pura: 40% en peso.
Oxido de Titanio: 5% en peso.
Partículas de vidrio: 50%.

- Líquido: Agua: 54%
- Acido Tártarico: 9%
- Copolímeros: 37%: Acido acrílico 50%
- Acido maleico 50%

Según algunos autores, los cermets poseen todas las ventajas de los cementos de vidrio ionómeros convencionales, pero además, requieren menor tiempo de endurecimiento (disminuyendo el tiempo crítico de exposición a la contaminación por humedad) y aportan mayor resistencia a la compresión y al desgaste. También tienen mejores características de manipulación por el efecto lubricante de la plata y son radiopacos.

CROLL⁽²⁹⁾ destaca como gran ventaja de los cermets frente a la amalgama, que no contienen mercurio, pero también apunta que su color gris claro limita su uso a zonas donde no prime la estética.

CHUNG⁽³⁴⁾ llevó a cabo un experimento en 1993 sobre las propiedades de los cementos de vidrio ionómero reforzados con metal. Comparó 4 de estos materiales con un cemento de vidrio convencional (Fuji II), obteniendo los siguientes resultados:

- Fuerza de Tensión Diametral: Todos los cementos reforzados presentaron valores más altos (entre 11.5 MPa y 15.1 MPa) que el cemento convencional (9.2 MPa).
- Número de Dureza Barcol: A los cementos reforzados con metal se les atribuyó un número superior en más del doble del valor del número del cemento convencional.
- Concentración de Flúor: En término medio, el cemento de vidrio

convencional liberó más flúor (1.02 ppm) que los materiales reforzados con metal (0.13 ppm - 0.77 ppm).

- Fuerza de Adhesión: Sólo con el material experimental empleado en este estudio, la adhesión fue mayor que con Fuji II (5.1 MPa). Con el resto de cementos reforzados, la fuerza fue similar o algo inferior.

En ese mismo año, 1993, **CATTANI-LORENTE, GODIN Y MEYER**⁽³⁵⁾ también evaluaron la fuerza inicial de los cementos de vidrio ionómero, pero, en su caso, resultó que la fuerza de compresión de los cermets investigados fue menor que la de los cementos de vidrio de restauración convencionales. Con respecto a las fuerzas de flexión y de tensión de los 2 cermets evaluados, Ketac-Silver presentó valores similares a los de los cementos convencionales, mientras que el otro, Chelon-Silver, fue superior a ellos.

Con respecto a las propiedades mecánicas a largo plazo o finales que desarrollan los cermets, **MITRA Y KEDROWSKI**⁽³⁶⁾ llevaron a cabo en 1994 un estudio comparativo con otros cementos de vidrio. Los materiales fueron examinados a las 24 horas y a la semana, 4 semanas, 12 semanas, 24 semanas y 52 semanas. Todos los valores estudiados mejoraron considerablemente con el tiempo, pero entre los materiales no estuvieron muy distantes entre sí.

Así, en cuanto a las fuerzas de compresión, Ketac-Silver comenzó con 170 ± 4 Mpa a las 24 horas, y al final, a las 52 semanas, registró 219 ± 27 Mpa. Estos datos fueron bastante similares a los obtenidos con algunos cementos convencionales, como Fuji II. Sin embargo, Miracle Mix, otro cemento reforzado con plata, obtuvo peores resultados, comenzando con 128 ± 3 Mpa. a las 24 horas, y consiguiendo llegar sólo hasta 167 ± 16 Mpa.

También midieron las fuerzas de tensión diametral que, para Ketac-Silver, fueron 14.1 ± 1.4 Mpa. el primer día, y 16.5 ± 1.5 a las 52 semanas, valores superiores a los obtenidos con Miracle Mix, pero similares e incluso inferiores a los de los cementos de vidrio de restauración convencionales.

En cuanto a la influencia que distintos factores puedan tener sobre la fuerza de unión de los ionómeros al diente, **FRIEDL, POWERS Y HILLER**⁽³⁷⁾ determinaron en 1995 que los cermets, así como los cementos convencionales, se unen mejor a la dentina superficial que a la profunda. Además, la adhesión no se ve significativamente influenciada por la presencia o ausencia de humedad durante su aplicación.

BRANTLEY Y KERBY⁽²⁴⁾ evaluaron en 1993 la difusión térmica de los cementos de vidrio ionómero. Los valores que obtuvieron con los 2 cementos reforzados con plata, Fuji Miracle Mixture y Ketac-Silver, fueron significativamente mayores que con el resto de los materiales incluidos en el estudio. Además, entre ellos, la difusión térmica que produjo Ketac-Silver también fue significativamente mayor que la de Fuji Miracle Mixture. Ello se atribuyó al hecho de que Ketac-Silver es un auténtico cermet, es decir, que lleva incorporadas las partículas metálicas mediante su sinterizado, lo que no ocurre en el otro cemento.

Por sus características físicas, las aplicaciones clínicas de los cermets son más amplias que las de los cementos de vidrio convencionales en cuanto a restauraciones se refiere. Sin embargo, por su estética, se ven limitados al sector posterior y no se recomiendan en la cementación.

Las principales aplicaciones clínicas de los cermets son:

- Reconstrucción de muñones.
- Bases o fondos cavitarios.

- Obturaciones de lesiones cervicales cuando no se vea comprometida la estética.
- Obturaciones de cavidades de clase I que no se hallen sometidas a excesiva carga oclusal.
- Obturaciones de cavidades de clase II tipo "tunel" (descritas por Hunt y Knight en 1984).
- Obturaciones en dentición temporal excepto en cavidades de clase II.
- Obturación provisional en dientes permanentes semierupcionados.
- Obturación retrógrada del conducto radicular en intervenciones quirúrgicas.

3. CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO MODIFICADOS CON RESINA

3.1. ORIGEN Y DENOMINACION.

Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina se desarrollaron para mejorar las características de los cementos de vidrio ionómero tradicionales. Al añadir resina al cemento de vidrio convencional se obtuvo un material de mayor resistencia y con capacidad para ser fotopolimerizado.

Al principio, se propuso la simple adición de una combinación de resinas. Después, se intentó usar un ácido policarboxílico con grupos acrílicos unidos a él. Se introdujo un nuevo material híbrido, cuyo nombre comercial fue Vitrabond (3M)⁽⁶⁾.

Este nuevo grupo de materiales ha ido recibiendo varias denominaciones, como: "materiales híbridos de cemento de vidrio ionómero y resina", "cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables" y "cementos de vidrio ionómero de polimerización dual", pero, según MC. LEAN⁽¹⁾, el nombre introducido por ANTONUCCI, "ionómeros de vidrio modificados con resina", debería ser de elección. Las demás denominaciones se refieren a su polimerización, pudiendo confundir sobre la misma, ya que parecen indicar que es distinta a la de los cementos de vidrio tradicionales y, como veremos más adelante, no es así.

3.2. COMPOSICION.

La composición de estos cementos, al igual que en los tradicionales, se presenta distribuida en polvo y líquido^(7,8), que básicamente son:

- Polvo: Vidrio de fluoraluminiosilicato.
- Líquido: Hidroxietileno de metacrilato (HEMA).
Agua.
Acido poliacrílico (o un análogo).

La fórmula de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina varía según los fabricantes, pero esencialmente consiste en la adición del 18% al 20% de resina al líquido convencional.

El vidrio puede estar silanizado para incrementar la adherencia del mismo en la matriz de resina.

Algunos materiales también incluyen en la fórmula los iniciadores necesarios para la reacción de autopolimerización de la resina, para que puedan fraguar incluso en la oscuridad. Son los denominados de "triple-curado" (Vitremar (3M)).

De forma esquemática, la molécula del ionómero modificado con resina se representa en la FIGURA II:

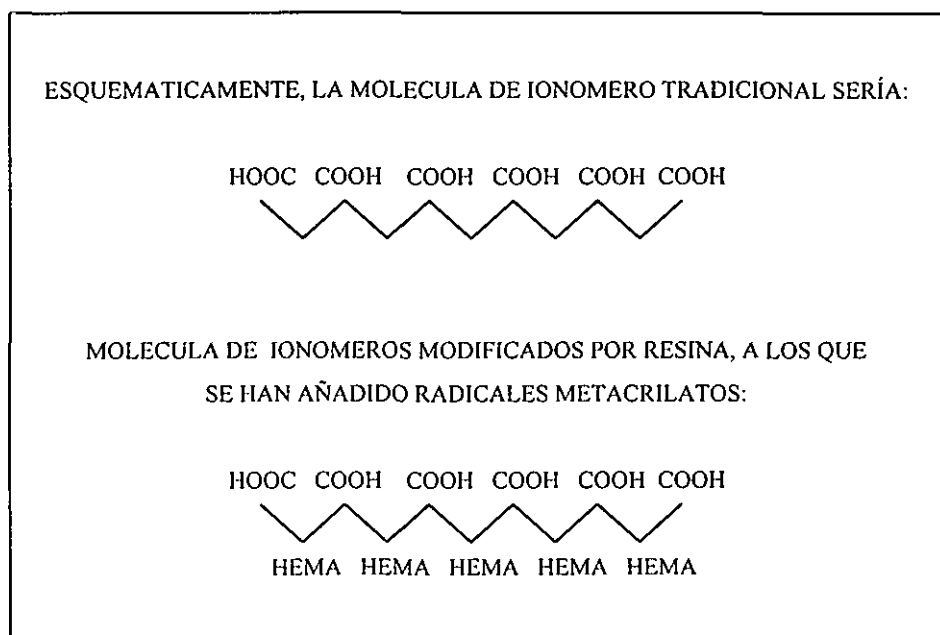


FIGURA II: Molécula de los ionómeros convencionales y los ionómeros modificados con resina.

3.3. REACCION DE FRAGUADO.

Tal y como explicamos con anterioridad, los cementos de vidrio ionómero convencionales tienen una reacción de fraguado ácido-base que puede dividirse en 3 fases. En los cementos de vidrio ionómero modificados con resina habría que añadir una cuarta fase, la reacción fotoiniciada, que coexiste con las anteriores.

Así, en el momento de la mezcla del polvo y el líquido, igual que en los cementos de vidrio originales, comienza a producirse una reacción ácido-base, pero sólo cuando se somete a dicha mezcla a luz visible tiene lugar la reacción de polimerización fotoiniciada.

Es decir, la segunda reacción suplementa pero no sustituye a la primera, de tal forma, que si priváramos al ionómero modificado con resina de la aplicación de luz, de todas formas, fraguaría por completo.

La reacción de polimerización fotoiniciada ocurre gracias a los grupos metacrilato que "cuelgan" de la cadena de ácido poliacrílico y a los grupos metacrilato del HEMA, que establecen enlaces cruzados con la rápida formación de una estructura fuerte y estable^(8,18,38). El tiempo de aplicación de luz, necesario para la polimerización inicial del material, viene a ser de 25 a 30 segundos⁽³⁹⁾.

3.4. PROPIEDADES.

Las propiedades o características de los cementos de vidrio ionómero modificados con resinas son similares a las de los ionómeros convencionales, pero mejoradas por la incorporación de resina en su composición.

3.4.1. Liberación de Fluor y Biocompatibilidad.

Los ionómeros modificados con resina son biológicamente compatibles⁽³⁹⁾ y, generalmente, su liberación de flúor es similar a la de los cementos de vidrio convencionales.

La liberación de flúor de los cementos de vidrio modificados con resina fue estudiada en 1993 por **MUKAI ET AL.**⁽⁴⁰⁾. Encontraron que el flúor procedente del cemento penetraba fácilmente en el interior de la dentina y seguía la línea de los túbulos dentinarios. Concluyeron que existe una marcada presencia de flúor en la dentina subyacente a las restauraciones realizadas, in vivo, con estos materiales.

En ese mismo año, 1993, **MOMOI Y CABE**⁽¹³⁾ evaluaron también la liberación de flúor de 4 cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables y la compararon con la de 4 cementos de vidrio tradicionales. Todos los materiales demostraron tener niveles de liberación considerables, pero no se establecieron diferencias significativas entre los 2 grupos.

Concluyeron que en los cementos convencionales, la liberación de flúor depende de la formación de complejos fluorosos y su interacción con ácido poliacrílico. Pero, en los cementos fotopolimerizables, el tipo y la cantidad de resina empleada para la

polimerización fotoquímica podría afectar al porcentaje de liberación. Para los autores, una posible explicación de mantener los niveles de liberación de flúor sería que el poli-HEMA absorbe suficiente agua como para facilitar la difusión de los iones flúor que, si no, quedarían firmemente encapsulados en la matriz de poliacrilato.

KAN, MESSER L. Y MESSER H.⁽⁴¹⁾ estudiaron, en 1997, la citotoxicidad y la liberación de flúor de 2 ionómeros de vidrio modificados con resina (Vitremmer y Fuji II LC). Al comparar los resultados con los de un cemento de vidrio convencional concluyeron que, aunque la citotoxicidad de todos fué mínima, Vitremmer presentó más que el cemento convencional, mientras que el otro material modificado, Fuji II LC, fue el menos citotóxico.

Con respecto a la liberación de flúor, en Vitremmer y en el cemento de vidrio convencional fue significativamente mayor que en Fuji II LC, pero similar entre ambos. La liberación en los 2 cementos modificados con resina fue constante durante 7 días, mientras que en el cemento tradicional fue variable.

También en 1997, **HATIBOVIC-KOFMAN, KOCH Y EKSTRAND**⁽¹⁶⁾ investigaron sobre la propiedad de recargar el sistema de liberación de flúor de 4 cementos de vidrio ionómero modificados con resina.

En los 4 quedó demostrada la liberación de flúor y la posibilidad de ser recargados al sumergirlos en soluciones fluoradas de varias concentraciones. La solución más eficaz fue al 0.2%.

En este estudio, tomaron como control un cemento de vidrio convencional (Zionomer) que resultó liberar significativamente menos flúor que los otros productos y mostró la menor habilidad para ser recargado.

Consecuentemente a la liberación de flúor, de nuevo en 1997, **DONLY E INGRAM**⁽⁴²⁾ demostraron la inhibición de caries, in vitro, de 2 cementos de vidrio ionómero fotopolimerizados (Vitrebond (3M) y Photac Bond (ESPE)) empleados como fondos cavitarios, por lo que recomendaron su empleo.

3.4.2. Propiedades Mecánicas y de Adhesión.

En Septiembre de 1989, **MATHIS Y FERRACANE**⁽⁴³⁾ llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo era producir un material restaurador híbrido entre cemento de vidrio ionómero/composite.

Tras analizar distintas composiciones, concluyeron que con la adición de un 13% de resina fotopolimerizable (tal como se usa en los composites dentales actuales) a un cemento de vidrio ionómero, se obtiene un material híbrido que mejora significativamente las propiedades mecánicas iniciales, disminuye la solubilidad en agua, la sensibilidad a la humedad y reduce su fragilidad. Además, la adhesión de este material a dentina no varía con respecto a un cemento de vidrio ionómero puro.

Dos años más tarde, en 1991, **MITRA**⁽⁴⁴⁾ estudió la adhesión a dentina y las propiedades físicas de un cemento de vidrio fotopolimerizable, entonces ya comercializado (Vitrabond (3M)).

Al compararlo con un cemento de vidrio convencional, los resultados indicaron que la fuerza de compresión y la tensión diametral de Vitrabond fue mucho mayor.

No se establecieron diferencias significativas entre los valores obtenidos inmediatamente después de la colocación del cemento fotopolimerizable o a las 24 horas. En cambio, con el cemento convencional, la fuerza de compresión inicial fue sólo

el 20% de la final a las 24 horas y la fuerza de tensión diametral inicial fue el 50% que en un día.

La fuerza de adhesión a dentina fue casi 3 veces mayor con Vitrabond (7 ± 2 MPa) que con el ionómero autopolimerizable (2 ± 1 MPa).

En 1992, **RUSZ ET AL.**⁽⁴⁵⁾ investigaron sobre las propiedades adhesivas a dentina y a composite de 7 cementos de vidrio ionómero modificados de forma experimental. Todos demostraron una fuerza de adhesión aceptable a dentina y, en general, las modificaciones con resina no parecieron afectar adversamente ni aumentar la fuerza de unión tensional.

Con respecto a la unión a composite, los mejores resultados se obtuvieron sin grabar las superficies cementarias y sin aplicarles ningún otro tratamiento, ya que, la adhesión se basa más en la interacción química de las matrices que en el entrecruzamiento mecánico.

Concluyeron que con el grabado ácido se podría incluso alterar física y/o químicamente la capa superficial, enriquecida con resina, de los cementos modificados y disminuiría la fuerza de adhesión con el composite.

ELIADES Y PALAGHIAS⁽⁴⁶⁾ llevaron a cabo en 1993, una caracterización in vitro de 3 bases de cemento de vidrio ionomero fotopolimerizables (Fuji Lining LC, Vitrabond y XR Ionomer). Los resultados que obtuvieron confirmaron que la incorporación de resina a los cementos de vidrio incrementa su fuerza. Se registraron diferencias significativas entre las fuerzas de compresión, la fuerza de tensión diametral y la dureza Vickers de los materiales, siendo mejores con Fuji Lining LC y Vitrebond.

Un año más tarde, en 1994, **MC. CARTHEY Y HONDRUM**⁽⁴⁷⁾ compararon las propiedades mecánicas y la fuerza de adhesión de un cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable y de otro autopolimerizable. El primero alcanzó la fuerza de tensión máxima más rápidamente que el autopolimerizable. Para ambos materiales, la fuerza de unión aumentó con el tiempo.

Con el cemento fotopolimerizable, la fuerza fue en todo momento mayor que el nivel mínimo propuesto para éxito clínico. Sin embargo, con el cemento autopolimerizable sólo ocurrió tras 24 horas.

La mayoría de los fracasos de unión de ambos materiales fueron cohesivos, especialmente en el cemento fotopolimerizable.

En este mismo año, de nuevo **MITRA**⁽³⁶⁾ estudió las propiedades, a largo plazo, de 8 cementos de vidrio ionómero. Estableció importantes diferencias entre los cementos convencionales que incluían 2 cermets y los 3 sistemas híbridos modificados con metacrilato.

Las fuerzas de compresión fueron, en general, menores en los primeros, exceptuando en Fuji II, con valores similares a los sistemas modificados. En cuanto a las fuerzas de tensión diametral, en los cementos tradicionales fueron menores que en los 2 cementos híbridos, Vitremer y Fuji LC II, pero VariGlass VLC presentó valores intermedios.

El mantenimiento de las propiedades físicas en agua durante períodos de tiempo prolongados indicaría que estos nuevos materiales pueden emplearse en procedimientos donde hay contacto con fluidos orales.

Un estudio similar fue el realizado por **LEVARTOVSKY ET AL.**⁽⁴⁸⁾ y, del mismo modo, concluyeron que la fuerza de tensión diametral, la fuerza de compresión y la fuerza flexural fueron significativamente mayores en un cemento fotopolimerizable (VariGlass) que en otro convencional reforzado con metal (Miracle Mix). Sin embargo, al comparar estos valores con los de un composite, en ambos ionómeros los resultados fueron significativamente menores.

DHUMMARUNGRONG, MOORE Y AVERY⁽⁴⁹⁾, también en 1994, analizaron las propiedades relacionadas con la fuerza y la resistencia a la abrasión de VariGlass VLC, Fuji II LC, Ketac-Silver y Z-100. En cambio, llegaron a la conclusión de que, si bien los cementos de vidrio modificados tienen mayor tensión diametral y fuerza transversal que sus predecesores, su fuerza de compresión es menor.

Por ello, determinaron que estos materiales no están indicados para restauraciones sometidas a stress ya que necesitarían más fuerza de compresión. Clínicamente destacaron que VariGlass y Fuji II LC proporcionan mayor tiempo de trabajo y menor tiempo de fraguado que los ionómeros convencionales.

Algunos estudios se han centrado exclusivamente en la fuerza de adhesión de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina, como los realizados por **BELL Y BARKMEIER**⁽⁵⁰⁾ y por **PAWLUS, SWIFT Y VARGAS**^(51,52).

Los primeros dos autores concluyeron que los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables empleados para restauración de cavidades, tienen fuerzas de adhesión a dentina significativamente mayores que los quimiopolimerizables. Además, las fuerzas de adhesión de los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables empleados como fondos cavitarios son, generalmente, similares a las de los cementos de restauración.

En la misma línea, **PAWLUS ET AL.**^(51,52) llegaron a la misma convicción de que los cementos de vidrio modificados con resina tienen fuerzas de adhesión a dentina significativamente mayores que el cemento convencional (Ketac-Fil) que emplearon como control. Pero exceptuaron de estos resultados a Photac-Fil, ya que los valores obtenidos con este material híbrido fueron similares a los del convencional.

Con respecto a la variabilidad de esta fuerza de adhesión de los cementos de vidrio modificados a dentina, **MIYAZAKI ET AL.**⁽⁵³⁾, en 1998, determinaron que dicha fuerza aumenta con el tiempo. De hecho, las fuerzas iniciales de los cementos de vidrio modificados que estudiaron fueron sólo el 50% que a las 24 horas, lo cual podría explicarse por la maduración del material.

Una vez alcanzado el pico máximo, las fuerzas de adhesión presentaron estabilidad en ambiente húmedo. Según los valores obtenidos, los autores resaltaron la posibilidad de pulir estos cementos tan pronto como se les aplica la exposición de luz. También destacaron que los clínicos deben poner atención para evitar someter a las restauraciones a stress de forma temprana, ya que, debe permitirse al material tener un tiempo de maduración suficiente para alcanzar fuerzas de adhesión óptimas.

En cuanto a la influencia que diferentes factores pueden tener sobre la fuerza de adhesión de los ionómeros híbridos, **FRIEDL, POWERS Y HILLER**⁽³⁷⁾ indicaron en 1995, que la humedad no varía significativamente los resultados.

Sin embargo, sí influye la zona dentinaria donde se aplica el cemento, ya que las fuerzas de adhesión a dentina superficial son mayores que a dentina profunda. Y aunque el pretratamiento de la dentina influye también en los valores de adhesión, además la composición de cada ionómero modificado con resina afecta considerablemente. De hecho, con Photac-Fil, los resultados no fueron estadísticamente significativos al compararlos con un cemento de vidrio convencional.

En relación con la resistencia a la fractura, **TAM, DEV Y PILLIAR⁽⁵⁴⁾** la evaluaron en 1995, en la interfase cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable-dentina. Tras el examen con microscopio electrónico explicaron que, generalmente, la fractura se produjo en la interfase de unión, es decir, fue un fracaso de tipo adhesivo. Para evitarlo recomendaron el empleo de un agente de unión dentinario que crearía una zona de interdifusión y formaría tags de resina entre la dentina y el cemento. Esto mejoraría la unión de los ionómeros fotopolimerizables a la dentina.

Existen pocos estudios realizados en dentición temporal. Uno de ellos fue el de **WAY, CAPUTO Y JEDRYCHOWSKI⁽⁵⁵⁾**, que evaluaron la fuerza de unión de los cementos de vidrio fotopolimerizables a la dentina de dientes primarios.

Los resultados obtenidos en esta investigación, llevada a cabo en 1996, no indicaron diferencias significativas entre las fuerzas obtenidas con dientes sanos o con caries. Por tanto, concluyeron que la presencia de caries artificial no afecta a la fuerza de adhesión de los ionómeros modificados (Vitrebond y/o VariGlass) a dentina temporal.

El pretratamiento con ácido poliacrílico aumentó la fuerza de unión entre los cementos y la dentina primaria con caries y sin ella.

Los autores aconsejaron el uso de cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables en restauraciones provisionales de dientes temporales con caries.

3.4.3. Propiedades Térmicas.

BRANTLEY Y KERBY⁽²⁴⁾ evaluaron, en 1993, la difusión y/o aislamiento térmico de 10 cementos de vidrio de distintos tipos. De los 3 ionómeros modificados

con resina, Vitrebond y XR-Ionomer obtuvieron valores inferiores a los de los cementos convencionales y a los cermets analizados. Pero el otro material en investigación, Zionomer, presentó menor difusión que los cermets pero mayor que los cementos convencionales.

En cuanto a la liberación de calor durante la polimerización, **PANAGIOTOUNI Y KARANIKAKOUMA⁽²¹⁾** destacaron en 1995, que el cemento de vidrio ionómero modificado con resina, Vitrebond, al igual que los ionómeros tradicionales del mismo estudio, mantienen temperaturas biocompatibles durante todo su fraguado. Sin embargo, este material alcanza su máxima temperatura más pronto que los demás, a los 40 sg de su aplicación.

3.4.4. Radiopacidad y Propiedades Cromáticas.

La radiopacidad de los materiales empleados como fondos o bases cavitarias o de restauración es muy importante para distinguirlos radiográficamente.

Estos materiales deben tener valores de radiopacidad mayores a la dentina, para así evitar problemas de interpretación sobre la presencia de caries secundarias o gaps alrededor de las restauraciones.

En un estudio de **AKERBOOM, KREULEN, VAN AMERONGEN Y MOL⁽⁵⁶⁾**, se evaluó la radiopacidad de diversos materiales, entre los que se encontraban varios cementos de vidrio ionómero modificados con resina. Ionosit Base Liner obtuvo los peores resultados con valores muy inferiores a los de la dentina. En cambio, Vitrebond fue muy superior, considerando su radiopacidad muy aceptable.

Una de las características a destacar en los ionómeros con resina de tipo

restaurador, al compararlos con los cementos de vidrio convencionales, es la mayor variedad de tonos de colores disponibles en el mercado. Pero existe una problemática real en cuanto a la estabilidad de estas tonalidades.

En 1996, **INOKOSHI ET AL.**⁽⁵⁷⁾ estudiaron los cambios de opacidad y color que se producen, con el tiempo, en los cementos de vidrio modificados. Desde las primeras fases, todos los ionómeros híbridos observados padecieron un abrupto cambio de color (oscurecimiento). A las 2-4 semanas, las diferencias de color aumentaron ligeramente en Vitremer y disminuyeron en Fuji II LC.

El presente estudio sugirió que la disminución de opacidad y oscurecimiento es un factor intrínseco a los cementos de vidrio con resina y que, por tanto, el clínico, para las restauraciones, debería seleccionar un tono más claro que el original color dentario; así, obtendrá una mejor estética final.

3.4.5. Polimerización.

La incorporación de resina a los cementos de vidrio ionómero lleva también añadidos algunos inconvenientes como son los cambios volumétricos producidos por la contracción de polimerización del nuevo material.

ATTIN, BUCHALLA, KIELBASSA Y HELLWIG⁽⁵⁸⁾ analizaron, en 1995, estas variaciones de volumen. Todos los materiales que estudiaron sufrieron contracción de polimerización a los 5 minutos de su fraguado y ésta aumentó a las 24 horas. Esto confirma el hecho de que los cementos de vidrio modificados con resina son materiales de polimerización dual, ya que, tras su fraguado inicial, continúa produciéndose una reacción de fraguado químico durante algún tiempo.

Es importante entender que esta contracción puede producir gaps marginales en el material que no esté suficientemente adherido al diente, o también, generar fracasos en las restauraciones por fracturas de cohesión en el espesor del cemento.

La contracción en los ionómeros modificados con resina fue significativamente mayor a la de los cementos de vidrio convencionales.

Tras sumergir en agua las muestras durante 14 y 28 días, los cementos convencionales padecieron una marcada pérdida volumétrica. Sin embargo, en los híbridos, se produjo una expansión que podría asociarse a un mejor sellado marginal en las restauraciones.

Concluyeron que tras la polimerización y almacenamiento en agua de los cementos híbridos se producen grandes cambios volumétricos que son significativamente menores que los que sufren los tradicionales.

Ya en 1998, IWAMI ET AL.⁽⁵⁹⁾ han estudiado de nuevo los cambios de peso de varios materiales de restauración fotopolimerizables tras su inmersión en agua.

Los resultados indicaron que estos materiales tienen baja solubilidad en agua, pero sin embargo, sí la absorben produciendo una considerable variación de su peso. Esta característica está muy relacionada con la decoloración que, como ya hemos comentado, sufren estos materiales con el tiempo.

3.4.6. Factores que afectan a las Propiedades.

El efecto que el tratamiento de la dentina puede tener en la fuerza de unión del cemento de vidrio híbrido, Vitrebond, fue evaluado por PRATI ET AL.⁽⁶⁰⁾, en 1992.

La eliminación del barrillo dentinario, o smear layer, con soluciones ácidas o quelantes no siempre produjo aumento en la fuerza de unión. Así, el ácido pirúvico y el poliacrílico disminuyeron la fuerza, mientras que el ácido maleico solo, el ácido maleico con glicina o la glicina sola, la aumentaron.

La eliminación por completo del barrillo dentinario con EDTA también aumentó la fuerza de unión de Vitrebond, pero se cuestionó su uso por la irritación pulpar que se podría producir.

En cuanto a la modificación del smear layer con agentes químicos, como el ácido tánico, se observó un incremento en la fuerza de unión de Vitrebond, pero no llegó a ser estadísticamente significativa.

Por último, otra posibilidad era reemplazar el original barrillo dentinario con una capa de precipitado cristalino que estimulara sus funciones. Para que este fenómeno se llevara a cabo, debía tratarse la dentina con soluciones con oxalato. Con este proceso se obtuvieron las mayores fuerzas de unión de Vitrebond, hasta tal punto, que la mayoría de los fracasos de las muestras fueron de tipo cohesivo en vez de adhesivo como ocurría con los demás pretratamientos. Con oxalato aumentaron tanto la fuerza de unión inicial (5 min.) como la final (24 h.).

SIM Y SIDHU⁽⁶¹⁾, en 1994, también analizaron el efecto del acondicionamiento dentinario sobre la capacidad de sellado de un cemento de vidrio modificado con resina (Fuji II LC). Sin embargo, en este estudio sólo se analizó el pretratamiento de la dentina con ácido poliacrílico.

Los resultados indicaron que las paredes dentinarias tratadas con ácido poliacrílico tuvieron menor formación de gaps marginales que las que no se trataron. Pero esta reducción no fue estadísticamente significativa.

GARCIA-GODOY Y LEON PEREZ⁽⁶²⁾ llevaron a cabo en 1993 un estudio sobre el efecto de los geles de fluorización en los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables.

Según ambos autores, el tratamiento con geles de flúor fosfato acidulado (APF) incrementa la rugosidad superficial de los cementos de vidrio, pudiendo convertirse en un área que favorezca la colonización de *Streptococcus mutans*.

Debe aplicarse una capa de resina previamente al tratamiento con gel APF para proporcionar al cemento una mayor protección frente a la acción erosiva del gel. Otra opción sería emplear en las fluorizaciones un gel neutro.

Un año más tarde, en 1994, **TRIANA Y SUS COLABORADORES⁽⁶³⁾**, entre los que encontramos de nuevo a **GARCIA-GODOY**, realizaron un nuevo estudio experimental, llegando a las mismas conclusiones que en el previo.

La susceptibilidad a la humedad de los ionómeros modificados con resina fue estudiada, en 1995, por **CHO, KOPEL Y WHITE⁽⁶⁴⁾**.

Los resultados que obtuvieron les llevaron a concluir que estos materiales son menos sensibles a la humedad que los cementos de vidrio convencionales. Ello indicó que el mecanismo de polimerización dominante en estos materiales es de tipo resinoso más que una reacción ácido-base.

Los autores recomendaron cubrir con sellador de fisuras las restauraciones de los ionómeros modificados, al igual que se hace en los convencionales, para mejorar las propiedades del cemento.

3.5. APLICACIONES CLÍNICAS.

Como veremos a continuación, las aplicaciones clínicas de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina son semejantes a las de los ionómeros convencionales, con algunas variantes debido a la mejora de sus propiedades.

3.5.1. Fondos y Bases Cavitarias.

JORDAN, SUZUKI Y MC. LEAN⁽³⁹⁾ describen a los ionómeros de fotopolimerización como protectores pulpaes ideales, ya que son biológicamente compatibles, insolubles en ácido fosfórico, rígidos y no deformables, cariostáticos, radiopacos, de fraguado rápido y de flujo libre. Pueden emplearse bajo composites, amalgama de plata e incrustaciones.

Según **DE LA MACORRA⁽⁶⁾**, la utilización de los cementos de vidrio con resina como base cavitaria es, junto con la restauración, la aplicación clínica más extendida y justificable. Su adhesión a los tejidos dentarios cortados es muy aceptable y tienen una excelente compatibilidad con los materiales de restauración y el diente.

CHRISTENSEN⁽⁶⁵⁾ indica que los cementos de vidrio con resina están indicados en restauraciones que tengan al menos algún margen en dentina y que si se emplean como fondos cavitarios deben tener un espesor mínimo de 0.5 mm. Cuando se colocan como bases, debe emplearse la técnica incremental, con capas de espesor no superiores a 2 mm para que sea eficaz la fotopolimerización.

GARCIA BARBERO J., KESSLER NIETO Y CARCIA BARBERO A.⁽³²⁾, evaluaron, en 1995, los ionómeros como base para obturaciones con composite. Los

resultados indicaron una mejor unión del ionómero híbrido, tanto a la dentina como al composite, respecto al cemento convencional. Las diferencias entre ambos materiales fueron estadísticamente significativas.

HOTTA Y AONO⁽⁶⁶⁾, en 1994, estudiaron la adaptación de los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables como fondos cavitarios bajo restauraciones de composite.

La fuerza de unión de 2 de los cementos fotopolimerizables fue mayor que la de los cementos convencionales. Ello fue debido al incremento en la fuerza cohesiva de los nuevos materiales.

Esta buena e inmediata adhesión a dentina de los ionómeros fotopolimerizables hace que sean capaces de resistir la fuerza de contracción del composite al polimerizar y que el stress que se produce no despegue el cemento, sino que se transmita a la estructura dentaria remanente.

Con respecto a la adaptación cavitaria, los gaps que se produjeron en la interfase cemento/dentina, fueron atribuidos a la contracción de polimerización del propio cemento.

3.5.2. Restauraciones.

Los cementos de vidrio ionómero con resina están muy cerca de ser los materiales restauradores ideales en pacientes con necesidad de actividad carióstática. Muy a menudo esto se refiere a pacientes pediátricos o geriátricos⁽⁶⁵⁾.

Las propiedades físicas (fuerza limitada y desgaste potencial) de estos materiales restringen su uso, principalmente para restauraciones en dentición definitiva que no se encuentren en zonas de oclusión (clases III y V) o que sean de carácter temporal y para restauraciones en dentición temporal (especialmente si está cercana la exfoliación dentaria).

La técnica de aplicación es sencilla: un imprimador, que no debe lavarse y la obturación. Generalmente, se recomienda su colocación en incrementos para minimizar la contracción y asegurar la total polimerización. El pulido del material puede realizarse en la misma sesión, pero cuidadosamente, ya que al no ser un material muy duro podría desgastarse en vez de pulirse. Es conveniente proteger la restauración con un glaseador o con resina sin relleno⁽⁶⁾.

CROLL Y KILLIAN han venido realizando múltiples estudios clínicos, in vivo, sobre el empleo de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina.

En dentición temporal, los autores recomiendan su uso en clases I, II, III y V, ya que tras su dilatada experiencia clínica han obtenido resultados favorables. Recomiendan el empleo de jeringa para inyectar el material y protegen las restauraciones con sellador de resina tras su ajuste y pulido^(67,68,69,70,71).

En dentición permanente, **CROLL**^(72,73) indica el uso de los ionómeros con resina para restauraciones, incluso de clase I y II, pero destaca que no deben emplearse en un área que soporten excesivo stress masticatorio u oclusal.

MOUNT⁽⁷⁴⁾ también recomienda el uso de cementos de vidrio de polimerización dual en cualquier tipo de cavidad. Y para resolver el hecho de que estos materiales no deben someterse a cargas oclusales, a menos que estén bien soportados por estructura dentaria circundante, propone la laminación con composite. Esto ofrecerá soporte y

protección suficientes para emplear los ionómeros con resina aunque, entonces, pasarían a ser bases cavitarias.

Para la realización de esta técnica, el autor describe la obturación completa de la cavidad y, posteriormente, la eliminación de 1 ó 2 mm del ionómero para ser sustituido por composite.

Mount recomienda el empleo de cementos encapsulados, ya que la mezcla de polvo-líquido manual no es tan exacta y puede modificar la fuerza tensional resultante del material.

KNIGHT⁽⁷⁵⁾ propone el uso de los cementos de vidrio modificados con resina y destaca que, según su experiencia clínica, los resultados a largo plazo de las restauraciones con estos materiales son similares a las de composite o a las laminadas. Además, el procedimiento de aplicación permite una reducción en el tiempo de trabajo al compararlo con esos materiales.

MORAND Y JONAS⁽⁷⁶⁾ han descrito un nuevo diseño cavitario para restaurar una caries interproximal, en el sector posterior, con ionómero modificado con resina. La cavidad se realizó desde lingual y vestibular, dejando intacta la cara oclusal. Con ello, la preparación se limitó a la lesión cariosa, con máximo respeto del tejido sano y además, se evitó colocar el material en zonas de contacto oclusal, donde está contraindicado.

MOUNT⁽⁷⁴⁾, siguiendo un criterio similar, indica que estos materiales son buenos para las restauraciones de clase II tipo tunel que también respetan la cresta marginal en sus preparaciones.

FABRA CAMPOS⁽⁷⁷⁾ también recomienda estos materiales para la restauración provisional de dientes fracturados. De forma rápida y sencilla, con los ionómeros

modificados, se protege el diente fracturado en la misma sesión de exploración de urgencia del paciente traumatizado, permitiendo postponer la restauración definitiva.

Con respecto al acabado de las restauraciones, **ST. GERMAIN Y MEIERS⁽⁷⁸⁾**, en 1996, evaluaron la rugosidad superficial en las restauraciones con cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables, valorando diversas técnicas de pulido.

Tras un estudio con perfilómetro y microscopía electrónica, concluyeron que la superficie más lisa es la que se obtiene simplemente empleando una matriz Mylar, bien ajustada, que se elimina tras la polimerización y sin realizar ninguna otra maniobra.

Sin embargo, si se requiere acabado adicional para adaptar la restauración a la superficie dentaria, la técnica mejor es con fresas de carburo y discos o con fresas de diamante secuenciales.

Los cementos de vidrio ionómero modificados con resina pueden emplearse para rellenar socavados o zonas retentivas de los muñones protésicos, pero no para suplementar la altura o grosor de la preparación^(6,8,65). Existen en el mercado ionómeros modificados específicos para esta indicación. Su empleo es similar a los de restauración.

En las cavidades preventivas, que requieren una mínima preparación y que no están sujetas a grandes stress oclusales, el empleo de ionómeros modificados con resina está muy indicado.

CROLL⁽⁷⁹⁾ describió, en 1992, la técnica a emplear. Tras inyectar el material en la cavidad se fotopolimeriza durante 30 sg y, con una fresa redonda a baja velocidad, se da forma a la superficie del cemento de vidrio endurecido. Se aplica ácido fosfórico al 40%, entre 20-30 sg. y después se lava y se seca. Se coloca un sellador sobre la superficie del cemento y los surcos y fisuras de esmalte circundantes.

Para otros autores⁽⁴⁵⁾ sería más adecuado grabar el esmalte dentario previamente a la introducción del ionómero en la cavidad, ya que estos materiales, al contrario de sus predecesores, por su contenido de resina, no necesitan grabarse para adherirse al sellador. De hecho, el grabado ácido podría alterar sus propiedades.

3.5.3. Selladores.

Actualmente, podemos encontrar cementos de vidrio fotopolimerizables comercializados como selladores de fisuras. Sin embargo, el éxito clínico de estos materiales no ha sido el deseado.

WEERHEIJM, KREULEN Y GRUYTHUYSEN⁽⁸⁰⁾ compararon, en 1996, la retención de 2 cementos de vidrio fotopolimerizables empleados como selladores, pero de los que sólo uno de ellos estaba destinado a tal función.

Curiosamente, los resultados indicaron que el cemento de vidrio ionómero de tipo restaurador resultó ser más retentivo que el de tipo sellador.

RAADAL, UTKILEN Y NILSEN⁽⁸¹⁾ compararon, en este caso, un ionómero modificado con resina de tipo restaurador y un sellador de resina.

El sellador de resina permaneció totalmente retenido, después de 3 años, en el 97% de los casos y no se encontró caries en ninguno de esos dientes. En cambio, con el cemento de vidrio, sólo el 9% de los dientes permanecía sellado en ese tiempo y el 7.4% presentó caries. Los autores concluyeron que el material a base de resina es superior al cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable como sellador de fisuras.

3.5.4. Cementación.

La cementación de preparaciones protéticas de tipo estético y translucidas puede realizarse con cemento de vidrio modificado con resina debido, especialmente, a su actividad cariostática, a su baja contracción de polimerización y a su capacidad para liberar el stress de polimerización.

Pero es imprescindible que la luz pueda llegar al material de cementación, a través de la restauración, para que ésta sea eficaz. Y para solucionar este problema aparecieron en el mercado los cementos de vidrio modificados con resina para cementación. Son materiales de triple curado que aseguran el fraguado de toda la masa de cemento, aún en oscuridad⁽⁶⁾.

Otra aplicación de los ionómeros de vidrio con resina es la cementación de brackets y bandas ortodóncicas.

COMPTON ET AL.⁽⁸²⁾ compararon, en 1992, la fuerza de unión de un cemento de vidrio modificado con resina y un ionómero convencional en la cementación de brackets. Los resultados indicaron que la fuerza de unión del cemento modificado fue mayor que la del convencional y, aunque los valores aumentaron para los 2 materiales de 1 a 24 horas, en el modificado no se establecieron diferencias significativas durante ese período de tiempo.

SILVERMAN E., COHEN, DEMKE Y SILVERMAN M.⁽⁸³⁾ destacaron las siguientes ventajas en el empleo de los ionómeros con resina para la adhesión de brackets ortodóncicos frente al composite:

- Ahorro de tiempo de trabajo.
- No es necesario trabajar en un campo seco.

- No es necesario grabar las superficies de esmalte.
- La liberación de flúor protege al diente de la descalcificación.
- Las reparaciones son rápidas y fáciles.
- Mejora el confort del paciente y del profesional.

Por ello, lo consideraron como material de elección para el cementado de brackets ortodóncicos.

CROLL⁽⁸⁴⁾ recomienda también los ionómeros modificados con resina en restauraciones adyacentes a brackets ortodóncios ya cementados, e incluso en la cementación de bandas de mantenedores de espacio⁽⁸⁵⁾. Para ello, emplea un cemento de triple curado.

4. RESINAS COMPUESTAS MODIFICADAS CON POLIACIDOS

4.1. CONCEPTO Y DENOMINACION.

Las resinas compuestas modificadas son un conjunto heterogéneo de nuevos materiales sobre los que existe cierta confusión para ser categorizados.

En general⁽⁷⁾, podrían describirse como un composite con vidrio ionómero entre sus partículas de carga.

BERG⁽²⁷⁾ los define como resinas modificadas con poliácidos, es decir, esencialmente son resinas compuestas en las que el componente de monómero resinoso está modificado para contener grupos acídicos funcionales capaces de participar en la reacción ácido-base del vidrio ionómero después de que la polimerización de la molécula de resina tenga lugar.

En este grupo están incluidos, por un lado, materiales formados por una resina similar a la de la composición de los composites y por otro, los formados por una resina de nuevo diseño. Nuestro estudio se centrará en este último conjunto de materiales más innovadores.

De forma común, se denomina a estos materiales compómeros, nombre obtenido de la conjugación de sus componentes "COMPOSite-ionóMERO".

4.2. COMPOSICION Y REACCION DE FRAGUADO.

A diferencia de los cementos de vidrio ionómero que hemos analizado hasta ahora, pero asemejándose a los composites, los compómeros son materiales monocomponentes.

Su matriz está formada por combinación de resinas (HEMA, TEGDMA,...) y moléculas policarboxílicas modificadas (polimerizan con luz). El relleno es variable, pero siempre con vidrio ionómero.

Para que la reacción de polimerización de estos materiales se lleve a cabo es imprescindible la aplicación de luz, que producirá el fraguado del componente de resina del material.

Para que se produzca de forma eficaz la reacción ácido-base, típica de los cementos de vidrio ionómero, es necesaria la presencia de agua. En el sistema monocomponente de los compómeros no encontramos agua y sólo cuando se coloca la restauración en el diente existe cierta absorción de este líquido del fluido dentinario y del medio oral.

En presencia de agua, los grupos funcionales que están unidos al monómero y que ahora forman parte del material polimerizado, pueden reaccionar con el vidrio (base) e iniciar la reacción del vidrio ionómero. Como resultado de esta reacción se produce liberación de flúor^(6,27,86).

Por tanto, el fraguado de los compómeros se debe a la acción de los radicales libres del sistema polimérico y del HEMA, produciéndose liberación de iones desde el vidrio con un entrecruzamiento iónico^(7,86).

4.3. PROPIEDADES.

4.3.1. Manipulación Clínica y Biocompatibilidad.

Las resinas compuestas modificadas son fácilmente manipulables, lo cual, se debe, en gran parte, a su condición monocomponente.

Es muy importante destacar, que debe acondicionarse la dentina previamente a su colocación para: a) modificar el barrillo dentinario, dejando a la dentina más accesible, b) asegurar que el material "moje" bien el diente y c) interponer un material elástico (resina tipo HEMA, TEGMA) entre el compómero y el diente, que amortigüe las presiones que aparecen durante la polimerización y masticación⁽⁶⁾.

El grabado ácido del diente se ha descrito como un paso opcional con algunos compómeros. Según **BERG**⁽²⁷⁾, en la dentición temporal, debido al menor nivel de mineralización del esmalte, los resultados clínicos obtenidos son aceptables sin realizar esta maniobra. Pero, en dentición permanente, debe evaluarse cada caso según la necesidad de unión a esmalte, la cooperación del paciente y el tiempo disponible para ello.

En 1997, **ABDEL, MEGID Y SALAMA**⁽⁸⁷⁾ midieron y compararon la resistencia al corte y el patrón de fractura de un compómero (Dyract) con y sin empleo de su imprimador/adhesivo PSA, así como grabando o no con ácido fosfórico al 35%, la dentina vestibular de los primeros y segundos molares temporales en los que se colocó.

El Dyract PSA es un sistema de adhesión monocomponente que combina la imprimación y adhesión en un único paso. Según los fabricantes, no es necesario grabar la superficie dentaria antes de su aplicación.

Los resultados indicaron que la fuerza de unión de Dyract con la aplicación de PSA fué superior, de forma estadísticamente significativa, al compararla con la de Dyract sin PSA. Por tanto, el empleo del imprimador/adhesivo PSA fue eficaz para aumentar la fuerza de unión del compómero.

Tras un estudio microscópico, observaron la existencia de tags de Dyract, pero sólo cuando se aplicó PSA.

En el grupo con pretratamiento de la dentina con ácido fosfórico al 35% durante 15 segundos se apreció un incremento en la formación de tags, pero también bajó significativamente la fuerza de unión de Dyract a los molares temporales.

En 1998, **GARCIA-GODOY Y HOSOYA⁽⁸⁸⁾** evaluaron el mecanismo de adhesión de otro compómero, Compoglass, a la dentina de los dientes temporales. Para ello, establecieron dos grupos experimentales. En uno grabaron la dentina con ácido fosfórico al 10% (Etch-AII), aplicaron después Compoglass SCA (adhesivo suministrado por la casa comercial) y a continuación el material restaurador Compoglass.

En el otro grupo, el procedimiento fue similar, pero, siguiendo las indicaciones del fabricante, no grabaron la dentina.

Los resultados demostraron que cuando se siguieron las instrucciones del fabricante, el compómero presentó una relación muy cercana a la dentina con formación de tags aislados penetrando en los túbulos dentinarios. Cuando la colocación del compómero fué precedida del grabado ácido se apreció, en la mayor parte de las muestras, una capa híbrida con mayor número de tags penetrando en la dentina.

TARIM, HAFEZ, SUZUKI SH, SUZUKI S Y COX⁽⁸⁹⁾ estudiaron, en 1997, la biocompatibilidad de los compómeros.

La investigación se llevó a cabo en dientes de monos rhesus, sin exposición pulpar, en los que se realizaron obturaciones con 2 compómeros y, como control, emplearon óxido de zinc-eugenol.

Tras su exodoncia y estudio histológico, se evaluó la respuesta celular inflamatoria, la organización de tejido blando pulpar, la deposición de dentina reparativa y la presencia bacteriana.

Los autores concluyeron que los compómeros no irritan biológicamente a los odontoblastos ni al tejido pulpar subyacente cuando se colocan en obturaciones de clase V.

4.3.2. Liberación de Flúor y Propiedad Cariostática.

La liberación de fluor de los compómeros está bien demostrada. Se produce desde la superficie del material y afecta tanto a la estructura dentaria circundante como al medio oral. Sin embargo, se ha comprobado que la liberación de flúor es menor a la que se produce desde los cementos de vidrio ionómero convencionales, los cermets o los modificados con resina^(7,27).

SHAW, CARRICK Y MC. CABE⁽⁹⁰⁾ compararon, en 1998, la liberación de flúor a lo largo de 6 meses, de 4 materiales restauradores: 2 cementos de vidrio y 2 compómeros.

Los resultados revelaron unos niveles iniciales de liberación de flúor significativamente mayores en los cementos de vidrio con respecto a los compómeros. Sin embargo, dichos niveles cayeron rápidamente hasta llegar a igualarse.

En los compómeros no se produjo esta importante liberación de flúor inicial y los niveles permanecieron relativamente constantes durante todo el período estudiado.

En 1999, **CARVALHO Y CURY**⁽⁹¹⁾ midieron también la liberación de flúor de distintos materiales dentales, entre los que se encontraban dos resinas compuestas modificadas, Dyract y Variglass.

Los resultados indicaron que en todos los medios analizados existió liberación de flúor por parte de las resinas compuestas modificadas, pero fue menor que la de los cementos de vidrio fotopolimerizables.

Con respecto a la consideración de que los compómeros puedan también actuar como sistemas recargables de flúor, **BILGIN Y OZALP**⁽⁹²⁾, de nuevo en 1998, estudiaron su comportamiento tras exponerlos a una solución de NaF y a un gel APF.

Concluyeron que, al igual que los cementos de vidrio ionómero convencionales y los modificados con resina, los compómeros tomaron flúor de la solución y gel a los que fueron expuestos para luego liberarlo lentamente. En cualquier caso, la liberación de flúor siempre fue menor en los compómeros que en esos materiales.

Los autores recomiendan que, especialmente en niños con caries activas, el uso de compómeros y la aplicación tópica de NaF podría emplearse como medida preventiva.

MILLAR, ABIDEN Y NICHOLSON⁽⁹³⁾ han estudiado la inhibición de caries in vitro de los poliácidos modificados con resina. La opinión de los autores es que este efecto tan beneficioso es significativamente menor en los compómeros frente a los ionómeros convencionales e incluso apuntan que en estos materiales esta propiedad es prácticamente inexistente.

4.3.3. Propiedades Mecánicas y de Adhesión.

En 1996, **UNO, FINGER Y FRITZ⁽⁹⁴⁾** estudiaron las características mecánicas a largo plazo de 3 cementos de vidrio modificados con resina, 1 resina compuesta modificada, 1 cemento de vidrio convencional y 1 composite como punto de referencia.

Registraron datos a la hora, a las 24 horas, a la semana, al mes, a los 3 meses y a los 6 meses de su aplicación.

Los resultados sobre la fuerza de tensión diametral y la profundidad de indentación bajo carga que obtuvieron con la resina compuesta modificada (Dyract) fueron mucho mejores que con el resto de cementos de vidrio, estando más próximas a los referentes al composite.

Su mayor fuerza se registró después de 24 horas, con un descenso significativo tras una semana. Entre 1 semana y 6 meses la fuerza de tensión diametral no varió significativamente.

Con respecto a los patrones de fracaso, para la resina compuesta modificada en esmalte fueron de tipo mixto (cohesión-adhesión), mientras que en dentina, el fracaso fue de tipo cohesivo exclusivamente.

Un año más tarde, en 1997, **KIELBASSA, WRBAS Y HELLWIG⁽⁹⁵⁾** analizaron la fuerza de unión tensional inicial a la dentina de molares primarios de: 2 cementos de vidrio convencionales, 1 cemento de vidrio modificado con resina, 2 resinas modificadas con poliácidos y un composite.

Las resinas modificadas con poliácidos obtuvieron valores superiores, con una diferencia estadísticamente significativa al compararlos con los cementos de vidrio ionómero convencionales y con los modificados con resina.

Sin embargo, los autores concluyeron que la adhesión de estos materiales a la dentina de dientes temporales sigue siendo baja.

LATTA Y TALBOT⁽⁹⁶⁾ midieron también la fuerza de adhesión de un compómero y 2 cementos de vidrio ionómero modificados con resina.

Los resultados a las 24 horas fueron estadísticamente superiores con el compómero, pero especificaron que estos valores fueron menores que los que se registran generalmente con resinas compuestas con adhesivos modernos.

MOMOI, YAMAMOTO, CHEN, KOHNO Y MC. CABE⁽⁹⁷⁾ estudiaron el efecto de la contaminación de la dentina en la fuerza de adhesión de un compómero y de 2 cementos de vidrio ionómero modificados con resina. El estudio se realizó en dientes bovinos y emplearon como contaminantes: solución de Ringer, saliva y sangre humana.

El compómero registró la mayor fuerza en todas las condiciones. La sangre fué el contaminante más destructivo.

JUMLONGRAS Y WHITE⁹⁸ compararon las fuerzas de adhesión de dos compómeros y un composite a dientes temporales y permanentes.

No pudieron establecer diferencias significativas en ninguno de los compómeros con respecto a los dientes.

No ocurrió así con el composite, cuya adhesión a dientes temporales fue significativamente menor que a dientes permanentes, aunque, en ambos casos, los valores de adhesión fueron mayores a los registrados por los compómeros.

CHAIN Y COLABORADORES⁽⁹⁹⁾ determinaron la fuerza de unión de dos compómeros y un cemento de vidrio ionómero modificado con resina de triple curado, comparándolos con un adhesivo dentinario. Las pruebas se realizaron a las 24 horas, a la semana y al mes de la aplicación de las restauraciones.

Uno de los compómeros, Dyract, obtuvo los mejores resultados a las 24 horas y al mes, seguido por el adhesivo, el cemento de vidrio (Vitremmer) y, por último, por el otro compómero, Compoglass. A la semana, el adhesivo fue el mejor material, seguido por Dyract, Vitremmer y Compoglass.

Un año más tarde, en 1998, **CORTES, GARCIA, PEREZ Y BRAVO⁽¹⁰⁰⁾** compararon, in vitro, la fuerza de adhesión a esmalte y a dentina de dos compómeros. A la vez, también evaluaron el efecto del grabado ácido del esmalte previo a la aplicación de los materiales.

Concluyeron que para ambos compómeros (Dyract y Compoglass), la adhesión a esmalte fue mayor que a dentina. En el caso de Dyract, la adhesión a esmalte mejoró con el grabado de las superficies, pero no ocurrió así con Compoglass.

EL-KALLA Y GARCIA-GODOY⁽¹⁰¹⁾ investigaron también sobre la fuerza de adhesión de 3 compómeros (Dyract, Compoglass y Hytac) en dientes temporales y

permanentes, comparándolos con un cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Vitremer). En el mismo estudio evaluaron la micromorfología interfacial de la interfase material restaurador-dentina.

Dyract obtuvo una fuerza de unión significativamente mayor, tanto en dientes temporales como en permanentes. La fuerza de unión de Compoglass fue significativamente menor que la de Vitremer en dientes temporales y en dientes permanentes fue significativamente menor comparándolo con todos los materiales evaluados.

Compoglass y Dyract mostraron una fuerza de unión significativamente mayor en dientes temporales que en dientes permanentes. Todos los fracasos de unión fueron cohesivos.

La micromorfología de la interfase mostró que no hubo evidencia de penetración profunda de los materiales en los túbulos dentinarios; sin embargo, los túbulos mostraron estar superficialmente impregnados y ocluidos con material restaurador.

Concluyeron que los compómeros tienen fuerzas de unión entre los ionómeros de vidrio modificados con resina y los composites.

De nuevo, **GARCIA-GODOY Y HOSOYA⁽⁸⁸⁾** evaluaron el mecanismo de adhesión de un compómero (Compoglass) a dientes primarios.

Según los resultados, cuando se aplicó siguiendo las indicaciones del fabricante, el compómero presentó una relación muy cercana a la dentina, con formación aislada de tags penetrando en los túbulos dentinarios.

Cuando la colocación del material fue precedida de grabado con ácido fosfórico, en la mayoría de los especímenes, se describió una capa híbrida con tags penetrando en los túbulos dentinarios.

Ya en 1999, **EL-KALLA Y GARCIA-GODOY**⁽¹⁰²⁾ han medido las propiedades mecánicas de 3 compómeros (Compoglass, Dyract y Hytac) comparándolas con las de un cemento de vidrio modificado con resina, Vitremer y un composite, Z-100.

Tal y como se ha venido describiendo en otros estudios, los autores concluyeron que las propiedades mecánicas de los compómeros fueron mejores que las del cemento de vidrio modificado, pero inferiores a las del composite. Los mejores resultados, dentro de los compómeros, fueron los obtenidos por Hytac.

4.3.4. Propiedades Cromáticas y Radiopacidad.

YAP, TAN Y BHOLE⁽¹⁰³⁾ realizaron, en 1997, una comparación de las propiedades estéticas de color y translucidez de diversos materiales restauradores (composites, cementos de vidrio modificados con resina y resinas compuestas modificadas) con respecto a la guía de color VITA.

Los resultados indicaron que para los tonos claros, la resina modificada fue la mejor. Sin embargo, en los tonos medios, tanto los composites como los cementos de vidrio ionómero modificados la superan. Para los tonos oscuros, de nuevo los composites fueron los mejores.

HSE Y WEI⁽¹⁰⁴⁾ estudiaron, en 1998, el ajuste de color y la decoloración de los márgenes de 60 obturaciones realizadas con un compómero, Dyract, a lo largo de 1 año. Los examinadores detectaron diferencias de color más fácilmente con diapositivas a

color ampliadas y proyectadas que con la evaluación clínica directa de las obturaciones.

Ya inmediatamente después de ser colocadas, encontraron una falta de idoneidad del color inicial en las obturaciones con Dyract. Sin embargo, el aspecto mejoró al cabo de 10 días, manteniéndose estable en períodos posteriores. La mejora de la idoneidad del color no estaba relacionada con el tono utilizado para restaurar los dientes. La diferencia entre los períodos de evaluación fue estadísticamente significativa.

Con respecto a la decoloración de los márgenes, ésta aumentó desde el momento de colocarse las obturaciones hasta los 12 meses, hallando diferencia significativa entre los períodos de 6 y 12 meses con el primer período y entre ellos mismos. Aún así, la decoloración se detectó mediante diapositivas, ya que clínicamente el grado de teñido fue aceptable.

BOUSCHLCHER, COBB Y BOYER⁽¹⁰⁵⁾ han realizado, en el año en curso, un estudio sobre la radiopacidad de los compómeros y otros materiales.

Los tres compómeros analizados (Dyract, Hytac y Compoglass) demostraron tener radiopacidad radiográfica mayor que la del esmalte, lo que les hace aptos para su empleo en restauraciones.

4.4. APLICACIONES CLINICAS.

4.4.1. Restauraciones.

Las aplicaciones clínicas de los compómeros son similares a las de los ionómeros de vidrio modificados con resina, pero debido a su facilidad de manipulación, su fuerza de sellado a dentina y a su mayor resistencia a la presión oclusal, hasta la fecha, su empleo se ha encaminado más como restauradores.

Según **HSEY WEI⁽¹⁰⁴⁾**, los compómeros son materiales adecuados tanto para las obturaciones de primeros molares como para obturaciones de clase II y V en dientes anteriores de ambas denticiones, temporal y permanente.

TYAS⁽¹⁰⁶⁾, en 1998, evaluó clínicamente 41 restauraciones realizadas con un compómero en 9 pacientes.

Tras un periodo de tiempo de un año, el porcentaje de retención fue del 97% en las restauraciones sin retención mecánica, pero aun así, el autor indicó la necesidad de realizar trabajos clínicos a más largo plazo para asegurar la efectividad de la adhesión del material.

Con respecto a la dentición decidua, **PETERS Y ROETERS¹⁰⁷** presentaron al compómero como material de restauración ideal en Odontopediatría.

Realizaron un estudio para evaluar la eficacia de este nuevo material, cuando se emplea en restauraciones de clase I y II, en molares temporales. Seleccionaron 55 niños de edades comprendidas entre los 4 y los 8 años, en los que se hicieron un total de 91 restauraciones con compómero.

En el control, que se realizó a los 6 meses, no se observaron caries recurrentes, ni pérdidas, ni fracturas de las restauraciones. El desgaste que se produjo en ese tiempo, sí fue bastante alto, pero este dato no se consideró tan relevante debido a la limitada vida media de estos dientes.

Del mismo modo, **VAIKUNTAM**⁽¹⁰⁸⁾ en 1998 y **MARKS ET AL.**⁽¹⁰⁹⁾ en 1999, proponen a las resinas compuestas modificadas con poliácidos, como una clara alternativa a las amalgamas, que, todavía hoy, son los materiales de restauración más empleado (73%) en la dentición temporal. Su fuerza superior, comparada con la de los cementos de vidrio convencionales, su fácil aplicación, su liberación de flúor y su estética son cualidades que garantizan su uso.

4.4.2. Otras Aplicaciones.

Las resinas modificadas, tal y como ya hemos indicado, pueden también tener otras aplicaciones. Sin embargo, los estudios clínicos de éstas son muy escasos debido a su reciente aparición en el mercado.

En estos casos, los compómeros, varían ligeramente sus propiedades para adaptarlos mejor a estas indicaciones. Por ejemplo, como fondos y/o bases cavitarias y como cavidades preventivas se emplean materiales más hidrofílicos que garantizan, por un lado una mayor adaptación a la cavidad y por otro, una perfecta integridad marginal. El alto componente resinoso de estos materiales hace que su adhesión a composites y/o selladores sea superior a la de los demás cementos de vidrio ionómero. Así lo demuestran **LI Y LIU**⁽¹¹⁰⁾ y **LATTA**⁽¹¹¹⁾ en sus respectivos estudios.

Con respecto a la cementación, también recientemente se han presentado algunas resinas compuestas modificadas específicas para ello⁽¹¹²⁾. Según los fabricantes, su alta potencia adhesiva, su baja solubilidad, su translucidez y su liberación de flúor, junto a su resistencia a la humedad y a sus propiedades mecánicas que dan mayor resistencia al estrés y a la abrasión, hacen que estos materiales sean cementos universales de elección.

En 1998, **ERNST, WENZL, STENDER, WILLERSHAUSEN**⁽¹¹³⁾ estudiaron la fuerza de retención de coronas de oro cementadas con diversos materiales, entre los que se encontraba un compómero.

No encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el compómero y el cemento de vidrio ionómero modificado con resina que usaron, pero sí entre ambos y otro cemento de resina que fue inferior. Indicaron que el compómero puede emplearse con o sin un sistema adhesivo aplicado previamente a la corona, ya que éste no mejora la fuerza de retención de la misma.

Todas estas indicaciones deberán ser estudiadas clínicamente a largo plazo para verificar sus posibilidades.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Han sido muchos los autores que, desde la aparición de los cementos de vidrio, han comprendido que, sus estudios e investigaciones, podrían aportar importantes datos para su desarrollo.

De tal forma es así que, como ya hemos expuesto anteriormente, después de los primeros cementos convencionales, han ido surgiendo otros materiales, que han pretendido mejorar sus cualidades. Estos materiales han sido los cementos de vidrio ionómero modificados con resina y las resinas compuestas modificadas con poliácidos.

Debido a la necesidad de conocer y probar las propiedades de estos “nuevos materiales” se han venido realizando múltiples estudios hasta nuestros días. Dentro de ellos, queremos resaltar los de microfiltración y los de adaptación cavitaria, que nos permiten comprobar el sellado marginal de los mencionados materiales.

1. SELLADO MARGINAL DE LOS CEMENTOS DE VIDRIO IONOMERO MODIFICADOS CON RESINA.

Las dos principales indicaciones de los cementos de vidrio modificados con resina son las restauraciones y los fondos y/o bases cavitarias.

En ambas, los estudios de microfiltración son determinantes para evaluar el sellado marginal que ofrecen estos materiales.

1.1 RESTAURACIONES.

- En 1992, **SIDHU**⁽¹¹⁴⁾ estudió la efectividad de sellado de los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables.

Seleccionó 60 dientes extraídos y los almacenó en suero salino isotónico.

Preparó cavidades en forma de cuña en el tercio cervical de las superficies facial y lingual de los dientes, para simular lesiones abrasivas. Las cavidades, de 3 x 2 mm y de 2 mm de profundidad, se realizaron con fresas de carburo de tungsteno, a alta velocidad y con irrigación constante de agua. Las preparaciones se hicieron en la unión amelocementaria, de tal forma, que los márgenes oclusales estaban en esmalte y los gingivales en dentina o cemento. Las cavidades, ya preparadas, se pulieron con copas a baja velocidad y se lavaron abundantemente con agua. De forma aleatoria, se asignaron las cavidades a 3 grupos de 40 muestras cada uno.

Los especímenes del grupo control (grupo I) se restauraron con cemento de vidrio ionómero Fuji II quimiocurable, se cubrieron con un barniz y se almacenaron en

suero salino normal durante 24 h. Las cavidades de los grupos experimentales (grupo II y III) se restauraron con cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables, XR-Ionomer (Kerr) y Fuji Lining LC (GC), respectivamente. Las cavidades se rellenaron con los materiales fotopolimerizables a incrementos de 1 mm, y se fotopolimerizaron. Se cubrieron las restauraciones con barniz y se almacenaron en suero salino a 37°C. La TABLA II enumera los distintos especímenes y el tratamiento.

| GRUPO | MATERIAL | PROCEDIMIENTO TERAPÉUTICO | NÚMERO DE MUESTRAS |
|-------|-----------------------|---------------------------|--------------------|
| Ia | Fuji II glass ionomer | Thermocycled | 20 |
| Ib | Fuji II glass ionomer | Not Thermocycled | 20 |
| IIa | Kerr XR ionomer | Thermocycled | 20 |
| IIb | Kerr XR ionomer | Not Thermocycled | 20 |
| IIIa | Fuji lining LC | Thermocycled | 20 |
| IIIb | Fuji lining LC | Not Thermocycled | 20 |

TABLA II: Grupos de Muestras y Procedimientos Terapéuticos empleados por SIDHU(114).

Los grupos Ia, IIa y IIIa se termociclaron. El sistema fue una modificación de varias investigaciones similares y consistió en 500 baños de entre $5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $55^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, con una duración de 30 sg cada uno.

Se sellaron los ápices de las raíces con cemento de vidrio ionómero y se cubrieron con barniz de uñas todas las superficies externas de los dientes, excepto en el área de 2 mm de la periferia de la restauración. Los dientes se sumergieron en tinción de fucsina acuosa al 0.5 %, a temperatura ambiente y durante 24 h. Después de sacarlos de esta solución, los dientes se lavaron con agua corriente y se seccionaron

longitudinalmente a través del centro de las restauraciones con una fresa de diamante.

El grado de filtración marginal se evaluó por la penetración del tinte del margen cavosuperficial gingival a la base de la cavidad. Los resultados se registraron en un plano seccional del diente. Cada espécimen se revisó con un microscopio de disección (Olympus CO 11, Olympus Co) a una magnificación de 40 aumentos y se graduó de acuerdo a la penetración de la tinción. El criterio de puntuación fue:

0 - Sin penetración.

1 - Penetración de la tinción en la interfase, a menor profundidad de la mitad de la longitud de la cavidad.

2 - Penetración en toda la profundidad de la cavidad.

3 - Penetración sobrepasando la base de la cavidad.

El examen se llevó a cabo por un profesional independiente y se fotografiaron los especímenes.

Las conclusiones que se obtuvieron con este estudio fueron las siguientes:

- Los materiales restauradores de vidrio ionómero empleados en este estudio no siempre proporcionaron un completo sellado en las cavidades cervicales en forma de cuña.
- Los dos cementos de vidrio fotopolimerizables probados se unieron a dentina.
- Los test de microfiltración revelaron que, en la mayoría de los casos, la unión fué completa pero, ocasionalmente, estaba mínimamente interrumpida.
- No hubo diferencias significativas entre la microfiltración de los dos cementos fotopolimerizables estudiados.

- En 1993, **CRIM**⁽¹¹⁵⁾ estudió la filtración marginal de varios cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables. Seleccionó 20 molares humanos recién extraídos, que lavó con polvo de piedra pómez y almacenó refrigerados en agua corriente.

Con una turbina a alta velocidad, refrigerada con agua y fresas de carburo de tungsteno del N° 170, realizó cavidades de clase V (4mm x 2mm) en la unión amelocementaria de las superficies vestibular y lingual de cada molar, de tal forma que, la mitad de la cavidad se encontraba sobre la unión amelocementaria y la otra mitad por debajo. La pared axial se encontraba a una profundidad de 1mm. aproximadamente y todos los márgenes formaban 90° con la superficie dentaria externa.

Inicialmente, distribuyó las muestras en 4 grupos de 5 dientes cada uno (10 preparaciones), añadiendo con posterioridad otro grupo de otros 3 dientes.

Grupo 1: Limpió las preparaciones con piedra pómez y agua, las lavó y las secó ligeramente con aire para evitar su desecación. Durante 20 sg., aplicó acondicionador GC (GC America) en la preparación cavitaria y a continuación, lo eliminó con agua. Secó el diente y la cavidad con una bolita de algodón. Preparó Fuji II LC (GC America) y lo colocó en la cavidad, en una sola aplicación, con un instrumento plástico. Lo fotopolimerizó durante 20 sg. Terminó la restauración puliéndola con una fresa de carburo N°30 refrigerada con agua y sumergió inmediatamente los dientes en agua.

Grupo 2: Limpió las preparaciones dentarias con agua y piedra pómez, las lavó de nuevo y las secó ligeramente. Durante 15 sg. grabó el margen de esmalte de las preparaciones dentarias con ácido fosfórico en gel al 37%, lo lavó y lo secó con aire. Aplicó primer Prisma Universal Bond 3 (L.D. Caulk) durante 30 sg. y lo secó. Preparó cemento de vidrio ionómero VariGlass (L.D. Caulk), lo insertó en las cavidades en una sola aplicación y lo fotopolimerizó 40 sg. Terminó las restauraciones como en el grupo 1.

Grupo 3: Limpió las cavidades con piedra pómez y agua, las lavó de nuevo con agua, y las secó ligeramente con aire. Aplicó acondicionador GC en la cavidad durante 20 sg. y lo eliminó del diente. Secó el diente y la cavidad con bolitas de algodón. Preparó cemento de vidrio ionómero Fuji II (GC America) y lo colocó en la cavidad con un instrumento plástico de una sola vez. Aplicó barniz Fuji a la restauración dejando polimerizar el cemento de vidrio ionómero durante 20 minutos y la terminó como el grupo 1.

Grupo 4: El procedimiento fue similar al del grupo 2, pero no grabó los márgenes de esmalte antes de aplicar el primer.

Grupo 5: Con una fresa del N° 170, hizo un pequeño bisel en el esmalte (de 0.5mm a 0.75mm.) antes de restaurar la cavidad de forma idéntica al del grupo 2.

Almacenó todos los especímenes en agua, a 37°C, durante 24 h. Después introdujo los dientes en una máquina de termociclado, en la que se les sometió a 100 ciclos de estrés térmico. Cada ciclo expuso a los dientes a agua a 37°C durante 23 sg., seguido por 4 sg. a 12°C, 23 sg. a 37°C y 4 sg. a 54°C. Tras este proceso, selló las raíces con cera y sumergió los dientes en tinción de fucsina básica durante 24 h. Recuperó los dientes, les quitó la cera y los lavó ligeramente con piedra pómez para eliminar la tinción superficial.

Seccionó longitudinalmente cada diente en dirección vestibulolingual a través del centro de la restauración, y evaluó el microfiltrado midiéndolo con un microscopio a 50 aumentos tanto para los márgenes oclusales como para los gingivales.

No se registró ningún caso de microfiltración mensurable en la interfase restauración-esmalte o dentina. Estos resultados llevaron a concluir al autor que, tanto

VariGlass VLC como Fuji II LC eran capaces de controlar la microfiltración en la interfase diente/restauración.

Sin embargo, en 6 de las restauraciones con VariGlass se produjo tinción del esmalte adyacente a las mismas. La distancia media entre el margen de la restauración y el lugar de la fractura de esmalte era de 0.045 mm. En todos los casos, la microfiltración penetraba a través del esmalte quebrado y progresaba hacia la unión amelodentinaria. Por ello, **CRIM** concluyó que para minimizar este fenómeno, sería necesario modificar la preparación cavitaria con un bisel en el esmalte en las obturaciones realizadas con VariGlass.

- De nuevo en 1993, **HALLET Y GARCIA-GODOY⁽¹¹⁶⁾**, evaluaron mediante un estudio in vitro, la microfiltración de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina.

Como especímenes de prueba seleccionaron 30 molares humanos, no cariados, que habían sido almacenados en una solución de hipoclorito sódico al 1% hasta 12 meses y a temperatura ambiente. Tras limpiar su superficie con un instrumento de mano y con una copa de goma y piedra pómez, realizaron en cada uno de ellos, a nivel de la unión amelocementaria, una cavidad de clase V en la superficie bucal y otra en la lingual. Emplearon una fresa de carburo nº 329, a alta velocidad. Las medidas de las preparaciones fueron 5 mm de largo, 3 mm de ancho y 2 mm de profundidad, con el margen oclusal en esmalte y el margen gingival en dentina o cemento.

Asignaron los dientes, de forma aleatoria, a 2 grupos experimentales de 15 molares cada uno. Las cavidades bucales de los grupos I y II se restauraron con los cementos de vidrio fotopolimerizables, Fuji Ionomer II LC y Photac Fil, respectivamente. Las cavidades linguales de dichos grupos se obturaron con cementos

de vidrio convencionales, Fuji Ionomer II y Ketac Fil.

En los cementos modificados con resina, inmediatamente después de su colocación, se ajustó una matriz cervical transparente sobre la restauración y se les aplicó luz durante el tiempo indicado por el fabricante (20 sg para Fuji II LC y 40 sg para Photac Fil). De igual manera, en las restauraciones obturadas con cementos convencionales, también se ajustó una matriz cervical preformada y se mantuvo así firmemente durante 6 minutos. A continuación, se cubrieron con sus respectivos barnices y se aplicó luz o se dejaron secar, según cada caso. Se sumergieron en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 horas y se pulieron las restauraciones con fresas de diamante refrigeradas por agua.

Cubrieron toda la superficie de cada diente con esmalte de uñas excepto en la restauración y 1 mm alrededor de la misma. Entonces, sometieron a los especímenes a 1000 ciclos de temperatura de 30 sg. a 6°C y 30 sg a 60°C. Tras el termociclado, invirtieron la posición de los dientes y los sumergieron en fucsina básica al 2%, durante 24 horas a temperatura ambiente. El nivel de la tinción sólo cubría la porción coronal de los dientes para prevenir la filtración a través de los ápices.

Tras quitar la tinción superficial con polvo de piedra pómez y copa de goma, con una sierra de diamante, seccionaron cada diente longitudinalmente en dirección bucolingual y a través de las restauraciones por 3 zonas. Examinaron los márgenes oclusal y gingival de la porción más mesial, de la más distal y de la central con un estereomicroscopio a 16 aumentos.

Determinaron la tinción a lo largo de la interfase restauración-diente de acuerdo con el siguiente criterio:

0 - Sin penetración de la tinción.

- 1 - Penetración parcial de la tinción por las paredes oclusal o gingival.
- 2 - Penetración por las paredes oclusal o gingival sin llegar a la pared axial.
- 3 - Penetración por la pared axial.

Para el estudio estadístico emplearon tests no paramétricos, el análisis de la varianza a una cola de Kruskal-Wallis y el test U de Mann-Whitney, para comparar los materiales. Los resultados indicaron diferencias significativas entre todos ellos. Los materiales restauradores de cemento de vidrio modificados con resina no sellaron consistentemente mejor que los convencionales.

En el *grupo I*, Fuji II (10.7) tuvo una resistencia al test de la microfiltración significativamente mayor en la pared oclusal comparada con Fuji II LC (20.3). Los valores en la pared gingival fueron menores para Fuji II (14.9) que para Fuji II LC (16.1), pero la diferencia no fue significativa.

En el *grupo II*, Photac Fil fué significativamente más eficaz en el sellado, tanto en las paredes oclusal y gingival (8.6 y 8.1), al compararlo con Ketac Fil (22.3 y 22.9).

La conclusión que obtuvieron fué que el sellado marginal entre las restauraciones de cemento de vidrio ionómero modificado con resina y la estructura dentaria es incapaz de prevenir por completo la filtración de fluidos, tal y como demuestran los resultados de microfiltración.

- En 1995, **FERRER, ROBLES, LUCENA y RODRIGUEZ⁽¹⁷⁾** realizaron un estudio sobre los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables. El objetivo de este trabajo era estudiar la microfiltración que se produce en esmalte y cemento con el empleo de estos materiales.

Utilizaron un total de 25 dientes unirradiculares, en los que se realizaron cavidades de clase V de forma triangular con el vértice situado en el espesor de la dentina y la base con los márgenes oclusales en esmalte y cemento.

Establecieron 5 grupos, con un total de 5 dientes en cada uno. Los cementos de vidrio que emplearon fueron: Photac-Bond Aplicap, Photac-Fil Aplicap, Vitremer, Fuji LC y Vivaglass Liner.

Una vez obturadas las cavidades según las instrucciones del fabricante para cada cemento, se procedió al pulido de las muestras con discos Sof-Lex de grano decreciente y con abundante spray de agua. Terminado el pulido se les aplicó una mano de barniz protector (Heliobond).

Inmediatamente después se introdujeron en azul de metileno al 1% durante una semana y a continuación, los especímenes, fueron seccionados longitudinalmente en sentido buco-lingual con disco de diamante montado en pieza de mano y con abundante refrigeración acuosa. Se obtuvieron así dos mitades de cada espécimen, evaluándose en cada una de ellas la microfiltración, tanto en esmalte como en cemento, con lupa estereoscópica a una amplitud de 10 aumentos. La valoración se estipuló en grados de penetración del tinte:

- 0 - No existe penetración del tinte.
- 1 - La penetración sólo afecta al esmalte y/o cemento.
- 2 - Existe penetración dentinaria.
- 3 - Máxima penetración en dentina.

Los resultados pusieron de manifiesto la existencia de filtración marginal, tanto en esmalte como en cemento. Las medias de filtración obtenidas fueron siempre mayores en cemento que en esmalte, no existiendo diferencias estadísticamente

significativas entre los distintos vidrios estudiados (Test de Kruskal-Wallis).

Los autores llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables disminuyen considerablemente el tiempo de trabajo.
- Permiten un inmediato pulido y acabado de los mismos.
- Requieren un cuidadoso manejo que evite la formación de poros.
- Existe mayor filtración en cemento que en el esmalte por fractura del material de obturación.

• De nuevo en 1995, **SALAMA, RIAD Y ABDEL MEGID⁽¹¹⁸⁾** compararon la microfiltración que se producía en las restauraciones con distintos cementos de vidrio ionómero modificados con resina.

Emplearon 30 premolares humanos sanos que fueron almacenados en agua tras sus extracciones por motivos ortodóncicos. Después de limpiarlos con una copa de goma y piedra pómez, prepararon en la superficie vestibular de cada diente una cavidad de clase V. Los márgenes cavitarios se localizaban en esmalte y dentina. Para realizar las cavidades emplearon una fresa de carburo del número 329, en una turbina, a alta velocidad y continuamente refrigerada por agua.

Distribuyeron aleatoriamente a los dientes en 3 grupos experimentales de 10 premolares cada uno y los restauraron con 3 cementos de vidrio fotopolimerizables distintos. Los del grupo I, se obturaron con Photac-Fil, el grupo II con Vitremer y el grupo III con Vari Glass VLC.

Inmediatamente después de colocar cada cemento en las cavidades preparadas, se ajustó una matriz cervical transparente sobre la restauración y se aplicó luz durante 40 sg. A continuación los almacenaron en agua destilada.

Sellaron todos los ápices de los dientes con resina acrílica autopolimerizable y cubrieron todas las superficies con esmalte de uñas, excepto en la zona perteneciente a la restauración y el área formada por 0.5-1.5 mm alrededor. Entonces, sumergieron los dientes en azul de metileno al 5% durante 4 horas. Después los lavaron con agua corriente y eliminaron la tinción superficial con una copa y piedra pómez.

Embebieron cada diente en resina acrílica y con una sierra a baja velocidad, los seccionaron longitudinalmente en dirección bucolingual a través del centro de cada restauración. Un investigador que desconocía la naturaleza de los materiales restauradores examinó las superficies seccionadas en sus márgenes oclusal y gingival, usando un estereomicroscopio a 32 aumentos.

Se tomó nota del grado más severo de penetración de la tinción a lo largo de la interfase de la restauración dentaria, de acuerdo con el siguiente criterio:

- 0 - Sin penetración de la tinción.
- 1 - Penetración de la tinción a lo largo de la pared oclusal o gingival menor a la longitud de dicha pared.
- 2 - Penetración de la tinción a lo largo de toda la pared oclusal o gingival, pero no en la pared axial.
- 3 - Penetración de la tinción por toda la pared oclusal o gingival, así como por la pared axial.

Los valores oclusal y gingival de cada grupo de restauraciones se comparó usando el análisis de la varianza a una cola de Kruskal-Wallis. Los valores medios

combinados oclusal y gingival de cada restauración se compararon usando el test de Wilcoxon. Ninguno de los cementos previno consistentemente la microfiltración. Vari Glass VLC presentó la menor filtración, que fue significativamente inferior que la de Photac Fil y Vitremer. En cuanto a los distintos márgenes, no se encontró diferencia estadísticamente significativa, entre las paredes oclusal y gingival.

- También en ese año (1995), **PUCKETT, FITCHIE, BENNETT Y HEMBREE⁽¹¹⁹⁾** investigaron sobre la microfiltración de los ionómeros híbridos restauradores.

En este caso, los autores decidieron realizar el estudio en 30 incisivos bovinos. Los limpiaron con una copa de goma, piedra pómez y a baja velocidad. Los mantuvieron en agua destilada a 4°C hasta realizar cavidades de clase V en su superficie vestibular. Las dimensiones de las preparaciones eran aproximadamente de 2 mm de longitud axial, 3 mm de mesiodistal, y 2 mm de incisogingival. Las lavaron de nuevo con agua no fluorizada y piedra pómez con una copa de goma, las enjuagaron con agua destilada y las secaron ligeramente con una jeringa de aire. Dividieron entonces los dientes en 3 grupos de 10, restaurándolos, respectivamente, con uno los siguientes materiales: Ketac-Fil Applicap, VariGlass VLC y Fuji II LC.

Acondicionaron las preparaciones del *grupo 1* con Ketac Conditioner durante 10 sg. y lo lavaron con agua corriente. A continuación, las restauraron con Ketac-Fil, que había sido mezclado durante 8 sg. Después de sobreobturar las cavidades, se aplicó Ketac-Glaze LC y se terminaron con fresas de pulido de composite y discos Sof-Lex medios. Reaplicaron Ketac-Glaze y se dejó polimerizar durante 10 sg.

En el *grupo 2*, grabaron el esmalte con gel de ácido fosfórico durante 20 sg. y lo eliminaron con agua corriente. Inmediatamente, aplicaron un primer dentinario,

Universal Bond 3, durante 30 sg. y se secó con aire. Entonces, restauraron las cavidades con VariGlass LC y las fotopolimerizaron durante 60 sg. Se pulieron con discos Sof-Lex medios.

En el *grupo 3*, se aplicó a las preparaciones durante 10 sg. el acondicionador dentinario GC y se lavó con agua corriente. Obturaron a continuación las cavidades con Fuji II LC y las fotopolimerizaron durante 60 sg. Pulieron las restauraciones como en el grupo 2, con discos Sof-Lex medios.

Almacenaron los 3 grupos de dientes en agua destilada a 37°C. Tras 3 días, los termociclaron a 5°C y 58°C, durante 100 ciclos y los devolvieron a la incubadora de envejecimiento por otros 4 días más. Después, se sacaron de allí los dientes y se sumergieron en un isótopo de ⁴⁵Ca durante 2 horas; se seccionaron y se colocaron sobre una película de rayos X para producir sus autorradiografías.

La microfiltración de las muestras se evaluó por separado para los márgenes de esmalte o dentina de acuerdo con la siguiente escala:

- 0 - Sin filtración.
- 1 - Penetración del isótopo menor a la mitad del margen.
- 2 - Penetración del isótopo mayor a la mitad del margen.
- 3 - Penetración del isótopo hasta la pared axial.

Como resultados, destacaron que Ketac-Fil Applicap presentó una microfiltración significativamente menor que VariGlass y Fuji II LC. Entre los dos materiales fotopolimerizables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, así como tampoco las hubo entre la filtración en el margen gingival y el incisal de los 3 materiales. Para obtener estos datos estadísticos emplearon el test U de Mann-Whitney.

1.2. FONDOS Y BASES CAVITARIAS

- En 1989, TJAN, DUNN Y GRANT⁽¹²⁰⁾ estudiaron la microfiltración de un cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable debajo de una restauración de clase V de composite.

Dividieron aleatoriamente 80 preparaciones cavitarias de clase V con los márgenes gingivales en dentina, en 4 grupos iguales, utilizando como base los siguientes cementos de vidrio; *Grupo 1*, Ketac-Bond como grupo control; *Grupo 2*, XR Ionomer; *Grupo 3*, XR Ionomer con pretratamiento con ácido poliacrílico; y *Grupo 4*, Vitrabond. Como composite se empleó, en cada grupo, uno de la misma casa comercial: XR Ionomer/Herculite, Ketac-Bond/Isomolar y Vitrabond/P-50.

Termociclaron los especímenes, los embebieron en resina, los seccionaron y midieron la penetración de la tinción en los márgenes gingivales usando un estereomicroscopio. Los valores de microfiltración en los márgenes dentinarios fueron (en mm.): Gp.1=0.332; Gp.2=0.033; Gp.3=0.092 y Gp.4=0.048.

Los test de ANOVA y Duncan no indicaron diferencias estadísticas entre los grupos 2 y 4, pertenecientes a los cementos de vidrio fotopolimerizables. Los valores de microfiltración sí fueron, en éstos 2 grupos, significativamente menores que en el grupo control (Gp.1).

Aunque no fue estadísticamente significativo, el pretratamiento dentinario aumentó los valores de microfiltración.

Los autores concluyeron que los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables fueron superiores a los convencionales en la reducción de la microfiltración debajo de composite.

- **TSUNEKAWA, USAMI, IWAKU, SETCOS Y MARSHALL⁽¹²¹⁾**, desarrollaron en 1992, una nueva base cavitaria fotopolimerizable y liberadora de flúor, que se denominó Mas#7. Para su estudio y comparación de la microfiltración, se eligieron 6 materiales disponibles en ese momento en el mercado. Estos fueron 4 fondos fotopolimerizables y 2 convencionales de cemento de vidrio ionómero: Time Line, Vitrabond, XR Ionomer, Zionomer, GC Lining Cement y Ketac Bond.

Como especímenes de experimentación se emplearon 70 molares humanos extraídos y sanos, que se habían ido almacenando en solución de cloramina al 1%, a temperatura ambiente.

Se prepararon 140 cavidades clase V, una en mesial y otra en distal, de cada diente. Las preparaciones tenían 1.5 mm de profundidad, 3.5 mm de ancho y 2.0 mm de alto y se localizaban en la unión amelocementaria, con la mitad del margen en esmalte y la mitad en cemento o dentina. Para realizar estas preparaciones cavitarias se emplearon fresas de diamante del número 301 a alta velocidad y refrigeradas, terminando todos los márgenes cavosuperficiales a 90°.

El grabado ácido sólo se llevó a cabo en los márgenes de esmalte, con una aplicación de gel H_3PO_4 al 40% durante 30 sg. Siguiendo las indicaciones de los fabricantes, el smear layer permaneció intacto en muchas cavidades, excepto en las que iban a ser obturadas con Zionomer, GC Lining Cement y Ketac-Bond. En éstas, se aplicaron sus respectivos acondicionadores dentinarios durante 10 sg. para el primero y 30 sg. para los otros dos.

A continuación, se colocaron las bases cavitarias, distribuyéndolas en grupos de 20 por cada material. Se fotopolimerizaron 20 sg. y se terminaron de rellenar con composite (Silux, 3M), que se fotopolimerizó también durante 40 sg. No se usó ningún agente de unión para evitar interferencias en la evaluación del sellado marginal.

Seguidamente, se sumergieron las muestras en agua a 37°C durante 24 horas, tras lo cual, las restauraciones se pulieron con discos (Sof-Lex, 3M).

Para evitar la penetración indebida en otras áreas, se selló cada diente con barniz de uñas hasta 2 mm de los márgenes de la restauración. Los ápices dentarios se sellaron con composite fotopolimerizable. Los dientes se colocaron en bolsas de malla de nylon y se termociclaron juntos durante 240 ciclos de 5° y 55°, de 60 sg. de duración cada uno.

Cuando se completó el termociclado, se sumergieron las muestras en una solución acuosa de nitrato de plata al 50% durante 2 horas, en ausencia de luz. Después, se lavaron abundantemente con agua destilada y se colocaron en una solución fotoreveladora bajo una luz fluorescente durante 4 horas. Se volvieron a lavar y se seccionaron los dientes longitudinalmente en dirección mesiodistal con una sierra Isomet.

Con un microscopio binocular a 25 aumentos, se evaluó la penetración de la tinción en las paredes cavitarias y se valoró de acuerdo a los criterios de la FIGURA III:

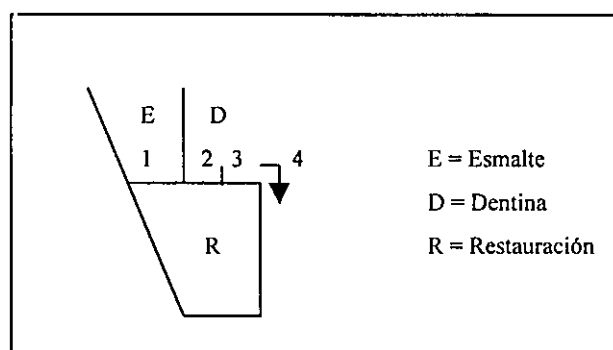


FIGURA III: Valoración de Microfiliación según Tsunekawa et al. (121)

Los datos de microfiltración fueron estadísticamente significativos entre todos los materiales, como demostró el análisis de Kruskal-Wallis. Se empleó el test de U Mann-Whitney con correcciones de Bonferroni para determinar qué valores individuales eran diferentes.

El material experimental y Vitrabond alcanzaron los mejores resultados y no fueron diferentes estadísticamente entre sí, ya que, no registraron filtraciones de grado 3 ni 4 en ningún caso. Además no hubo filtración en 4 muestras del grupo experimental, ni en 2 de Vitrabond. El mayor número de muestras obturadas con estos materiales presentaron filtración de grado 1 (15 para Mas#7, y 17 para Vitrabond).

- En este mismo año, 1992, **YOUNGSON**⁽¹²²⁾ llevó a cabo un análisis comparativo in vitro, empleando la microscopía electrónica de barrido, para estudiar la interfase formada entre la dentina y restauraciones con distintos materiales.

Empleó 100 primeros premolares maxilares sanos, con su raíz formada en al menos dos terceras partes y que fueron exodonciados por motivos ortodóncicos.

Se almacenaron en suero salino a 20°C a los 10 minutos de la extracción.

Un operador, con una lupa de 4 aumentos, preparó en cada diente una cavidad de 2 superficies y de tamaño estandarizado: 4 mm. desde la cresta marginal al suelo gingival, profundidad oclusal en el itsmo de 2.5 mm. y ancho externo de 4 mm.

La preparación cavitaria quedó 1 mm. más coronal que la unión amelocementaria con un ángulo cavosuperficial de 90° (70° en oclusal). Todas las cavidades se hicieron a 400 r.p.m., con fresa cilíndrica de diamante y refrigerada con

spray de agua. Para terminar los márgenes de esmalte se usó una fresa Baker-Curson en la misma turbina.

Distribuyeron aleatoriamente los dientes preparados en grupos de 10. Un segundo operador restauró los grupos usando una de las técnicas que se describen a continuación. La restauración se realizó al séptimo día de la exodoncia.

Todos los composites se colocaron con una matriz Mylar y se realizó de forma incremental como la recomendada por Lutz et al (1986). Cada incremento se polimerizó 60 sg. Todos los materiales se fotopolimerizaron con la lámpara Visilux 2 (3M).

Los márgenes de esmalte se grabaron con ac. ortofosfórico al 37%, durante 60 sg., excepto en los casos especificados.

Grupo 1. No se hizo grabado ácido de esmalte. Se aplicó Dycal en la pared axial y en el suelo oclusal. Se restauró con P50.

Grupo 2. Se grabaron los márgenes de esmalte. Se aplicó Scotchprep (Ac. maleico) (3M) a las superficies cavitarias durante 60 sg.; se secaron con aire libre de aceite, se pincelaron con Scotchbond 2 y se les aplicó luz 20 sg. Se restauró con P50.

Grupo 3. Se grabaron los márgenes de esmalte. Se limpiaron todas las superficies cavitarias con limpiador Gluma (0.5M EDTA) durante 30 sg.; se lavaron, se secaron y se colocó primer Gluma 30 sg.; se secó, se aplicó resina Gluma en todas las superficies también y se fotopolimerizó 20 sg. Se restauró con Lumifor (composite).

Grupo 4. Se grabó el esmalte y se acondicionó la dentina con Superbond C&B (ac. cítrico/cloruro férrico). Se aplicó en todas las superficies de las cavidades, resina TBB/MM/4-META. Se dejó polimerizar 8 min. y se restauró con composite Occlusin.

Grupo 5. Se grabaron los márgenes de esmalte. Se trataron las superficies cavitarias con primer Tripton 30 sg., se secó. Se colocó resina de unión Tripton, se secó con aire libre de aceite y se fotopolimerizó 30 sg. Se colocó una restauración con Occlusin.

Grupo 6. Se grabaron los márgenes de esmalte y se aplicó primer XR y XR Bond en todas las superficies cavitarias. Se restauró con Herculite XR.

Grupo 7. Se trataron todas las superficies cavitarias con ácido poliacrílico al 40%, se lavó y se secó. La pared axio-pulpar y el suelo oclusal se cubrieron con una capa de 0.5 mm. de cemento de vidrio ionómero autopolimerizable (Chemfil II) recién mezclado. Se dejó 5 min. antes de grabar los márgenes de esmalte. No se grabó la base. Se aplicó Scotchprep y Scotchbond 2 tanto en la base como en el diente, antes de colocar P50.

Grupo 8. Se colocó una capa de 0.5 mm. de Vitrabond fotopolimerizable en las paredes axiopulpar y oclusal. Se aplicó luz 30 sg. Se grabaron los márgenes de esmalte y se obturó con P50.

Grupo 9. Se aplicó Vitrabond como en el grupo 8, se grabó, se aplicó Scotchprep y Scotchbond 2 y se restauró con P50.

Grupo 10. Se empleó otro cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable (XR Ionomer), que se mezcló y se aplicó en una fina capa (0.5 mm. aprox.) tanto en las superficies axio-pulpar, como en la oclusal de la cavidad. Se fotocuró 30 sg. Se grabó el esmalte, se aplicó Primer XR en toda la cavidad y en las superficies con base y se mantuvo húmedo 30 sg.. Se secó con aire libre de aceite. Se colocó XR-Bond en las superficies cavitarias y de la base, se aplicó luz 10 sg. y se restauró con Herculite XR.

Después de ser restaurados, se sumergieron todos los dientes en agua desionizada 7 días. Para poder realizar el test de microfiltración, se cubrieron con 2 capas de esmalte de uñas los dientes y se sumergieron en eosina al 5% durante 48 horas.

Tras sacarlos de la tinción, se lavaron y seccionaron longitudinalmente en un plano mesiodistal, con un disco de diamante e irrigados por agua. Tras seccionarlos, se obtuvieron 20 muestras de cada grupo de 10 dientes.

Se eligieron 10 muestras al azar para estudiar el microfiltrado. Los resultados que obtuvieron fueron los que aparecen en la TABLA III:

| | % L | % A |
|---------|------|------|
| Grupo 1 | 96.5 | 45.6 |
| Grupo 2 | 81.1 | 21.9 |
| Grupo 3 | 79.5 | 24.2 |
| Grupo 4 | 72.8 | 27.9 |
| Grupo 5 | 53.9 | 12.2 |
| Grupo 6 | 55.0 | 15.1 |
| Grupo 7 | 74.6 | 7.1 |
| Grupo 8 | 68.2 | 7.9 |
| Grupo 9 | 71.2 | 6.6 |

TABLA III: Valores medios del porcentaje de la longitud diente / restauración (% L) y del porcentaje de dentina coronal (% A) que presentan filtración de tinción⁽¹²²⁾.

- De nuevo en 1992, **SIDHU Y HENDERSON**⁽¹²³⁾ investigaron sobre la filtración marginal in vitro que se produce en las restauraciones de composite cuya base es un cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable.

Seleccionaron 60 dientes humanos recién extraídos y sanos. Los limpiaron y los almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente para prevenir la deshidratación.

Prepararon cavidades en forma de cuña y de tamaño uniforme (ancho mesiodistal de 3 mm., longitud oclusogingival de 2 mm y profundidad de 2.5 mm) en el tercio cervical de las superficies vestibulares de los dientes. Emplearon una fresa de carburo de tungsteno a alta velocidad con constante irrigación por agua. Localizaron el margen cavosuperficial oclusal en esmalte y lo biselaron. Los márgenes cavosuperficiales gingivales de todas las preparaciones afectaban a dentina/cemento. Limpiaron las muestras con un cepillo de pulido blando a baja velocidad y las lavaron con agua abundantemente.

Dividieron los dientes en 3 grupos, de 20 dientes cada uno. Las muestras del Grupo 1 (grupo control) se restauraron con Silux Plus Resin (3M), usando como adhesivo dentinario Scotchbond 2 (3M). Las cavidades del grupo 2 se obturaron con un cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable, Vitrabond (3M), además de Scotchbond 2 y Silux Plus Resin. Las muestras del Grupo 3 comprendieron dientes restaurados en su totalidad por Vitrabond. Cada grupo de muestras se dividió en 2 subgrupos iguales, haciendo termociclado en uno de ellos.

En todos los especímenes, se grabó el esmalte cavosuperficial 15 sg. con ácido fosfórico al 37%, se lavó con agua corriente durante 1 min. y se secó con aire comprimido libre de aceite. Obturaron todas las cavidades de forma incremental. Pulieron todos los márgenes cavosuperficiales con discos de grano fino. A continuación, almacenaron los dientes en agua destilada 24 horas.

Los especímenes de los Grupos 1a, 2a y 3a se sometieron a termociclado. El régimen empleado consistió en 200 baños de $5 \pm 2^\circ\text{C}$ y $55 \pm 2^\circ\text{C}$, respectivamente, con una duración de 10 sg. cada baño.

Sellaron los dientes con barniz y cera, dejando las restauraciones y 2 mm. alrededor de sus márgenes libres, expuestos a la tinción. Sumergieron los dientes en fucsina básica al 0.5% durante 24 horas a temperatura ambiente. Tras sacarlos de la tinción, lavaron los dientes, les quitaron la cera y los seccionaron longitudinalmente a través de las restauraciones.

El grado de filtración marginal se indicó por la profundidad de penetración de la tinción en los márgenes gingival y oclusal. Emplearon un microscopio de disección a 40 aumentos. La escala de graduación fue la siguiente:

- 0 - Sin evidencia de penetración de la tinción.
- 1 - Penetración de la tinción a lo largo de la interfase $\leq 1/2$ profundidad de la cavidad.
- 2 - Penetración de la tinción en toda la profundidad de la cavidad.
- 3 - Penetración de la tinción en toda la base de la cavidad y más profunda.

No se encontró evidencia de penetración del tinte en los márgenes oclusales de los Grupos 1a, 1b, 2a ni 2b. La situación fue similar en el Grupo 3, excepto en un espécimen de cada uno de los Grupos 3a y 3b, con una filtración de grado 1.

En cuanto al grado de penetración en el margen gingival, en los Grupos 1a y 1b, se apreció filtración extensa. Los resultados se analizaron con el análisis de la varianza a una cola de Kruskal-Wallis. La comparación entre los grupos de tratamiento presentaron diferencias significativas. Entre los grupos en los que se empleó Vitrabond, no se encontraron diferencias.

La conclusión más importante fué que cuando se empleó cemento de vidrio ionómero como base y sobre ésta composite para obturar las cavidades, la filtración fué significativamente menor que cuando sólo se colocó el composite sin la base.

- Un año más tarde, en 1993, **GARCIA-LAEZ, LUCENA, ROBLES Y NAVAJAS⁽¹²⁴⁾** estudiaron el efecto de los ionómeros de vidrio auto y fotopolimerizables sobre la filtración marginal.

Conservaron 15 molares sanos en suero fisiológico con clorhexidina al 5% y a temperatura ambiente desde su extracción. Con una fresa de diamante nº 56, a alta velocidad y refrigeración acuosa abundante, realizaron en cada especimen dos preparaciones ocluso-mesial y ocluso-distal, cuidando que la pared gingival quedara a 1 mm del límite amelocementario. Distribuyeron los molares en 3 grupos homogéneos de 5 dientes cada uno y por consiguiente de 10 cavidades.

En todos los ápices de los molares se prepararon cavidades retentivas con fresas troncocónicas y tanto éstas como las fulcras se obturaron con cemento de óxido de zinc-eugenol (IRM) para evitar la filtración a través de ellos.

Desinfectaron las cavidades con clorhexidina al 5% durante 1 minuto, lavándolas después con spray de agua. Eliminaron el barrillo dentinario frotando el interior de las cavidades con una torunda de algodón impregnada en ácido cítrico al 50%, excepto en el caso del Vitrabond, ya que el fabricante recomienda no hacerlo. Tras lavar abundantemente y secar, aplicaron como bases cavitarias los siguientes cementos de vidrio ionómero según cada grupo:

- *Grupo 1:* Vitrabond.
- *Grupo 2:* XR Bonding system.
- *Grupo 3:* Ketac-Bond.

En la mitad de las cavidades de cada grupo, la base se llevó hasta el esmalte, y en el resto, se dejó en dentina. Se intentó que el espesor de cada base no sobrepasara 1 mm.

A continuación procedieron al grabado con ácido ortofosfórico al 37%. En el grupo 3, se extendió al esmalte y al cemento de vidrio, mientras que en los otros 2 grupos, sólo se grabó el esmalte. Como resina de interfase utilizaron Heliobond, fotopolimerizándola durante 20 sg. con la lámpara Visiolux. La obturación de las preparaciones fue realizada con la resina compuesta de micropartícula Heliomolar, mediante técnica incremental, polimerizando cada capa durante 40 sg. y cubriendo totalmente la base cavitaria. Las obturaciones fueron pulidas con discos Sof-Lex.

Dieron 3 capas de laca de uñas en toda la superficie dentaria con excepción del área de obturación y sumergieron los dientes durante 7 días en azul de metileno al 1%, en estufa a 37°C. Finalmente, fueron incluidos en bloques de resina autopolimerizable y se cortaron en sentido mesiodistal en planos de 1 mm con el microtomo de tejidos duros Accutom.

Obtuvieron al menos 4 cortes de cada diente y observaron todas las secciones con lupa estereoscópica por ambas caras, dándoles una puntuación de acuerdo a la escala de valoración siguiente:

- 0 - No existe filtración marginal.
- 1 - Filtración a nivel del esmalte gingival.

- 2 - Filtración en esmalte y dentina gingival.
- 3 - Filtración a nivel de la pared axial.
- 4 - El colorante penetra en el espesor de la masa dentinaria.

De cada corte se cogió la puntuación más alta y se hallaron las medias de filtración de cada grupo que fué de 1.5 para Vitrabond, 0.43 para XR Bonding System y de 0.2 para Ketac-Bond. Cuando el ionómero se dejó en dentina, la filtración fue similar para Ketac-Bond (0.2), pero mayor para Vitrabond (2.39) y para XR Bonding System (0.8). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Vitrabond y los otros 2 materiales.

Las conclusiones que obtuvieron fueron:

- La filtración se ve reducida cuando el cemento de vidrio ionómero cubre el esmalte gingival.
- Son más efectivos para disminuir la filtración marginal los cementos de vidrio convencionales que los ionosites por basar su adherencia en uniones de tipo químico.
- El grosor del cemento de vidrio ionómero ha de ser suficiente para que la contracción de polimerización del composite no lo despegue, ya que incluso con 1 mm de espesor se produce despegamiento del bloque de obturación.

• En el año 1994, **MASON Y FERRARI**⁽¹²⁵⁾ evaluaron in vivo la adhesión de un cemento de vidrio ionómero a dentina.

Como especímenes in vivo, usaron 20 dientes vitales: 10 incisivos y caninos

maxilares y mandibulares en una fase irreversible de enfermedad periodontal y 10 premolares que debían ser extraídos por razones ortodóncicas.

Las cavidades clase V que prepararon tenían los márgenes cervicales en cemento y dentina y los márgenes corales en esmalte. Emplearon una fresa de diamante de 2mm de diámetro montada en una turbina refrigerada para realizar dichas cavidades semiesféricas. Para biselar el esmalte coronal de las preparaciones usaron otra fresa de diamante en forma de llama.

Antes del trabajo restaurador, aislaron los dientes con dique de goma y después, grabaron el esmalte con la aplicación durante 30 sg. de ácido ortofosfórico al 37%. Lavaron el ácido y secaron las cavidades con aire. De nuevo, lavaron las preparaciones, pero en esta ocasión con Tubulicid aplicado durante 30 sg y las secaron con aire. Sin embargo, no se permitió que se secase completamente la superficie.

Aplicaron inmediatamente un cemento de vidrio ionomero fotopolimerizable (Vitrebond) en la base de la cavidad. Si la cavidad estaba próxima a la pulpa, colocaban hidróxido de calcio (Dycal) entre la dentina y el cemento de vidrio ionómero.

Emplearon como agente de unión Scotchbond 2 (3M) fotopolimerizable y para completar la obturación de las restauraciones, un composite de microrrelleno fotopolimerizable, Silux Plus (3M). El acabado y pulido de las restauraciones se llevó a cabo con discos Soft-Lex (3M).

Entre 3 y 6 meses, extrajeron los dientes restaurados y los sumergieron en suero salino normal durante 3 a 7 días. Diez dientes, recién extraídos por razones terapéuticas, también se prepararon y restauraron de acuerdo con el mismo procedimiento empleado in vivo. Estos especímenes, in vitro, se almacenaron en suero salino como máximo durante 3 días.

Protegieron la porción apical de la raíz de todos los especímenes con un barniz y entonces, los sumergieron en azul de metileno al 2% durante 48 horas. Tras ser lavados en agua corriente, cubrieron los dientes con resina y los seccionaron a través de su eje axial con una sierra de diamante (Leitz 1600) para dividir las restauraciones en 2 partes.

Usaron una sección de cada espécimen para obtener una réplica. Tomaron una impresión con poliéter (Impregum, ESPE) que se vació en silicona (Xantopren, Bayer). Metalizaron las réplicas y las observaron en microscopio electrónico de barrido (Cambridge, Stereoscan 250). El grado de microfiltración lo determinaron, observando todas las secciones dentarias con microscopio óptico.

No sometieron los resultados del estudio in vivo a un análisis estadístico, ya que en ninguno de los casos se registró microfiltración debajo de la base de cemento de vidrio. Incluso, en aquellas muestras en las que se descubrió que la tinción había penetrado a través del margen del composite, ésta desapareció en el punto de unión de la dentina con el cemento de vidrio ionómero.

Sin embargo, las secciones de los dientes restaurados in vitro, sí presentaron gran filtración de la tinción entre la dentina y el cemento de vidrio ionómero.

Con todo ello, concluyeron que los cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables pueden considerarse materiales que, como bases, son capaces de sellar con efectividad la dentina y así evitar la penetración de agentes químicos, físicos y bacterianos en los túbulos dentinarios.

2. SELLADO MARGINAL DE LAS RESINAS COMPUESTAS MODIFICADAS

- En 1998, **CORTES, GARCIA, PEREZ Y PEREZ**⁽¹²⁶⁾ evaluaron la microfiltración marginal de 2 compómeros, colocados en esmalte y cemento.

Emplearon 20 premolares humanos sanos, extraídos por motivos ortodóncicos, y los distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos de 5 dientes cada uno, con 10 cavidades por grupo.

Con una fresa 330, prepararon cavidades de clase V en las superficies vestibulares y linguales de cada diente. El vértice de la cavidad se situó en la dentina, y la base con los márgenes en esmalte y cemento.

En el *grupo 1*, se obturaron las cavidades con Dyract siguiendo las instrucciones del fabricante.

En el *grupo 2*, se grabaron las superficies de esmalte y cemento con ácido fosfórico al 37% durante 20 sg. y a continuación, se colocó Dyract en las cavidades.

En el *grupo 3*, se empleó Compoglass para restaurar las 10 cavidades.

En el *grupo 4*, del mismo modo que en el 2, se grabaron las superficies y se colocó Compoglass.

Polimerizaron las obturaciones durante 40 sg. y las pulieron con discos refrigerados con agua. Después, almacenaron los dientes en agua destilada, a temperatura ambiente, durante 24 horas.

Cubrieron todas las superficies de los dientes, excepto en la zona entre 0.5-1.5 mm alrededor de las restauraciones, con 2 capas de barniz de uñas. Después, sumergieron las muestras en una solución acuosa de fucsina al 2%, durante 24 horas.

Para evitar la filtración por la raíz, colocaron los dientes en bandejas, apoyados sobre su cara oclusal y con el nivel de la tinción por debajo del ápice.

A continuación, se seccionaron los dientes en dirección buco-lingual con una sierra de diamante refrigerada con agua.

Examinaron cada muestra con microscopio óptico y emplearon el siguiente criterio para evaluar la penetración de la tinción a través de los márgenes:

- 0 - No penetración de la tinción.
- 1 - Penetración de la tinción por las paredes oclusal o gingival menor a la longitud total de la pared.
- 2 - Penetración de la tinción en toda la longitud de la pared oclusal o gingival.
- 3 - Penetración de la tinción en toda la longitud de la pared oclusal o gingival y en la pared apical.

Los resultados obtenidos fueron analizados con el análisis de la varianza con 4 factores independientes, que indicaron que sólo existieron diferencias significativas en la comparación de los grados de microfiltración entre las superficies de esmalte y cemento. Con ambos materiales, la microfiltración fue significativamente mayor en el cemento que en el esmalte.

Al comparar los 2 materiales no se encontraron diferencias entre las superficies grabadas y no grabadas en ninguno.

3. ESTUDIOS COMPARATIVOS DEL SELLADO MARGINAL QUE PROPORCIONAN DISTINTOS MATERIALES RESTAURADORES

- En 1993, **SIDHU**⁽¹²⁷⁾ llevó a cabo un análisis comparativo de distintas técnicas de restauración de lesiones cervicales.

Empleó 80 dientes permanentes, libres de caries y defectos. Los lavó y los almacenó en agua destilada a temperatura ambiente para prevenir su deshidratación.

Diseñó unas cavidades con las siguientes dimensiones: 3mm de longitud mesiodistal, 2 mm de longitud oclusolingival y 2 mm de profundidad; y las preparó en la unión amelocementaria de las superficies vestibular y lingual de cada diente. Empleó para ello fresas de carburo de tungsteno del número 170, a alta velocidad y refrigeradas con agua.

De forma aleatoria se asignaron las cavidades a 4 grupos de 40 cavidades cada uno.

Los especímenes del grupo control (grupo I) se restauraron con composite Herculite XR sin adhesivo. Las cavidades del grupo II experimental se restauraron con composite Herculite XR, XR-Primer y XR-Bond que se usó como sistema de adhesión. El grupo III se restauró con cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable, XR-Ionomer y además con XR-Primer/XR-Bond y Herculite XR. Las cavidades pertenecientes al grupo IV se restauraron con cemento de vidrio ionómero, Fuji Ionomer tipo II.

Grabó el esmalte cavosuperficial con ác. fosfórico al 37% durante 15 sg. en todos los especímenes del grupo I, II y III. Los lavó con agua durante 1 minuto y los secó con aire comprimido libre de aceite. Cuando obturó las cavidades de los grupos I,



II y III, con composite de forma parcial o total, lo hizo en porciones incrementales de 1 mm. Fotopolimerizó cada incremento durante 40 sg. y para la porción final (la superficie) apoyó la lámpara contra una matriz transparente cervical (Hawe-Neos) adaptada a la cavidad.

La base de cemento de vidrio ionómero usada en la técnica sandwich (grupo III) sólo la colocó en las superficies dentinarias y la biseló en el margen cavosuperficial gingival hasta que su espesor fuera casi insignificante. Polimerizó esta base de la misma forma que los incrementos de composite. Con respecto a las restauraciones del grupo IV (cemento de vidrio ionómero), las cubrió con barniz resistente al agua inmediatamente después de quitar la matriz cervical metálica contorneada.

Antes de almacenar los especímenes 24 horas en agua destilada, eliminó el exceso de material con un pulido inicial. A continuación, hizo el pulido final de los márgenes cavosuperficiales, con una serie de discos de grano grueso a fino (Super-Snap Rainbow Kit, Shofu Dental).

Tras los procesos de terminación y pulido, y antes del termociclado, sumergió todos los especímenes de control y de experimentación en agua destilada a 37°C durante 24 horas. Cada grupo de especímenes se dividió en 2 subgrupos iguales, uno de éstos se termocicló. Por tanto, la mitad de los especímenes de cada grupo, es decir, grupos Ia, IIa, IIIa y IVa, se sometieron a termociclado. El régimen de termociclado empleado consistió en 1500 ciclos entre baños de 5°C \pm 2°C y de 55°C \pm 2°C, con una duración de 30 sg. para cada baño y 10 sg. de tiempo de transferencia entre los baños.

Para preparar el test de penetración de tinción, selló los ápices radiculares de los especímenes termociclados y no-termociclados con cemento de vidrio ionómero y cubrió todas las superficies externas de cada diente con esmalte de uñas excepto en las restauraciones y en los 2 mm. alrededor de los márgenes cavitarios. A continuación

expuso los dientes a la tinción, consistente en una solución básica de fucsina al 0.5 % durante 24 horas, a 37°C. Tras sacarlos de la tinción, eliminó el esmalte de uñas y seccionó los dientes longitudinalmente, a través del centro de la restauración, con una fresa de diamante.

Determinó el grado de filtración marginal según la penetración del tinte desde los márgenes gingival y oclusal hasta la base de la cavidad. Cada espécimen fue evaluado por un examinador independiente con un estereomicroscopio con zoom Olympus a una amplificación de 40 aumentos. El criterio de selección que se usó para determinar la penetración del tinte en la interfase de restauración-diente fue:

- 0 - No evidencia de penetración.
- 1 - Penetración de tinción hasta la mitad de la profundidad máxima de la cavidad
- 2 - Penetración de tinción en toda la profundidad de la cavidad.
- 3 - Penetración de tinción más allá de la profundidad máxima de la cavidad.

Los grados se tabularon en cada grupo experimental y control y se fotografiaron los especímenes.

Las conclusiones que Sidhu obtuvo tras este análisis fueron:

- La técnica de grabado ácido fue efectiva en reducir la microfiltración a lo largo de la interfase diente-composite en el esmalte.
- Ninguna de las técnicas estudiadas produjo un completo sellado en la zona gingival de las restauraciones cervicales.
- El adhesivo dentinario usado con el composite no siempre produjo un sellado sin huecos en los márgenes gingivales de las restauraciones.
- Las restauraciones de composite sobre una base de cemento de vidrio demostraron tener una filtración significativamente menor que las que no

emplearon base.

- En general, el uso de la técnica sandwich o las restauraciones con ionómero de vidrio sólo, demostraron tener el sellado más efectivo en el margen cervical.
- No hubo diferencia significativa entre la filtración marginal de las restauraciones de cemento de vidrio ionómero y las de la técnica sandwich.

• Un año más tarde (1994), **FUTATSUKI Y NAKATA**⁽¹²⁸⁾ realizaron una investigación in vitro sobre la filtración marginal que se producía en las cavidades de clase II restauradas con distintos materiales.

Seleccionaron 40 premolares humanos, sanos y los almacenaron en una solución neutra de formalina. Los embebieron en una resina acrílica autopolimerizable, dejando expuestas sus coronas, dónde, con una fresa cilíndrica de diamante y a alta velocidad, prepararon cavidades de clase II (mesio o disto-oclusales). Con otra fresa diseñada por los autores, se hizo un bisel alrededor de todo el margen cavosuperficial. La forma y el tamaño de dichas cavidades era el siguiente:

- Caja Oclusal: 1.5 mm de profundidad.
- Caja proximal: 3.5 mm de longitud vestibulo-lingual.
3.5 mm de longitud gingivo-coronal
1.5 mm de profundidad.

Dividieron los premolares en 4 grupos de 10 dientes cada uno. Los materiales que emplearon en la obturación de las cavidades fueron, según cada grupo, los siguientes:

- Occlusin con su agente de unión.
- Palfique Light-S con Light Bond.
- P-50 con Primer dentinario y Scotchbond 2.
- P-50 con Vitrabond y Scotchbond 2.

Aislaron cada diente con dique de goma, tras lo que grabaron su esmalte durante 60 sg. y, en cada grupo, procedieron a acondicionar la dentina, según indicaba cada fabricante. Emplearon otro premolar extraído para reproducir la situación clínica de tener un diente proximal. Antes de colocar el composite, se ajustó una matriz transparente y una cuña en el diente experimental. La inserción del composite se realizó en bloque, realizando una fotopolimerización del mismo con el siguiente orden, dirección y tiempo establecidos:

- 20 sg. desde vestibular.
- 20 sg. desde lingual.
- 30 sg. desde oclusal.

La unidad de luz empleada fue una lámpara Optilux 400 con una fibra terminal de 11 mm.

Doce horas después, pulieron todas las restauraciones con una fresa superfina de diamante y con una punta de silicona de micrograno.

Inmediatamente después del pulido, sumergieron todas las muestras en 100 baños de agua alternativos, de 1 minuto cada uno, a 4°C y a 60°C respectivamente. Más tarde, para realizar el test de microfiltración, las sumergieron en una solución de fucsina básica al 0.5 %, durante 24 horas y a 37°C.

Seccionaron cada diente por 8 partes, 2 por cada margen cervical, proximal, bucolingual y mesiodistal y las observaron con microscopio óptico a 30 y a 40 aumentos. Evaluaron el grado de penetración del tinte de acuerdo con un criterio numérico establecido con rango de 0 a 4. Analizaron la diferencia de sellado marginal tanto entre los materiales como entre los lugares de sección. Para el análisis estadístico se usó el test de Mann-Whitney.

Los resultados indicaron que los márgenes proximales, generalmente, tuvieron menor sellado marginal que los oclusales (buco-lingual y mesio-distal). Estos datos no se pudieron comparar estadísticamente con los obtenidos en el margen cervical porque el criterio de evaluación era diferente. Sin embargo, a juzgar por el número de secciones de grado 0, los márgenes cervicales también parecen tener peor sellado marginal que los oclusales.

Con respecto a los materiales, los mejores resultados los obtuvo Palfique Light-S, en todos los márgenes.

En el grupo 4, que empleaba Vitrabond como base cavitaria, los resultados variaron según los márgenes analizados. Así, en el margen cervical, hubo penetración del tinte en todas las muestras, pero en el 75% se las calificó de tipo 1, lo cual indicaba que la microfiltración se vió bloqueada por el cemento de vidrio ionómero. Los peores datos fueron los registrados en el margen proximal, con 10 muestras con microfiltración de grado 2 y 4 de grado 3.

• **FLESSAK, KUNZELMANN, KNOERZER Y HICKEL⁽¹²⁹⁾** compararon la integridad del sellado marginal de varios ionómeros fotopolimerizables (Photac-Fil, Vari Glass VLC, Fuji II LC y Vitremer), 2 composites con adhesivo dentinario (TPH/Prisma Universal Bond 3 y Tetric/Syntac) y de un compómero (Dyract).

En los dientes recién extraídos prepararon cavidades de clase V estandarizadas (1.5 mm x 3 mm de diámetro).

En los grupos restaurados con composite, los márgenes de esmalte se biselaron y se grabaron con ácido ortofosfórico al 37% durante 60 sg.

La aplicación de los distintos materiales de restauración se hizo siguiendo las indicaciones de cada fabricante.

Tras 24 horas en solución Ringer, se termociclaron todas las muestras (500 ciclos, 5°/55° C). Antes y después del termociclado se sacaron réplicas de las muestras, que se analizaron con microscopio electrónico a 200 aumentos.

Como análisis estadístico se empleó el test ANOVA y el test t-pareado.

Todos los grupos tuvieron márgenes aceptables en la interfase con el esmalte. El termociclado no influyó en la calidad de los márgenes de esmalte.

Los mejores resultados se obtuvieron con los composites y con los compómeros.

En dentina, Dyract obtuvo mejores resultados que los demás materiales, tanto antes como después del termociclado (más del 80% con márgenes perfectos).

Los autores concluyeron que, desde un punto de vista clínico, los compómeros son mejores materiales de restauración para las clases V frente a las combinaciones de cementos de vidrio fotopolimerizables y composites.

- Más actualmente, en 1997, **ERDILEK, OZATA Y SEPETCIOGLU**⁽¹³⁰⁾ estudiaron de nuevo la microfiltración de los cementos de vidrio ionómero, los composites y los nuevos materiales híbridos entre ambos.

Extrajeron 30 premolares humanos sanos por motivos ortodóncicos y los almacenaron en agua destilada con cristales de timol. Prepararon cavidades clase V localizadas a unos 1.5 mm de la unión amelocementaria en sentido oclusal. Para ello, emplearon una fresa de cono invertido del tamaño 014 ISO. Cada 5 cavidades se cambiaba la fresa. El tamaño de las cavidades era de 3.0 x 2.0 x 2.0 mm y todas las realizó el mismo investigador.

Seguidamente, se insertó en el suelo de cada cavidad un fondo de cemento de vidrio ionómero, Vitrebond. Dividieron las muestras aleatoriamente en 3 grupos experimentales:

- *Grupo A:* Prisma TPH.
- *Grupo B:* Chemfil Superior.
- *Grupo C:* Dyract.

Se mezclaron todos los materiales restauradores de acuerdo a las instrucciones del fabricante, se colocaron en las cavidades y después, se pulieron. Aplicaron 2 capas de esmalte de uñas sobre todas las superficies dentarias, excepto en un anillo de 1 mm. de diámetro alrededor de la restauración. Sumergieron los dientes en una solución de nitrato de plata al 50 % en pequeñas botellas cerradas durante 4 horas. Por último, los metieron en otra solución reveladora de película radiográfica durante otras 4 horas y bajo luz fluorescente. Después, se lavaron los dientes con agua corriente durante 5 minutos y se eliminó el esmalte de uñas con un escapel.

Seccionaron bucolingualmente los dientes con una sierra de diamante y, con la ayuda de un estereomicroscopio a 12 aumentos, 2 observadores los graduaron como sigue:

- 0 - Sin penetración de tinción.
- 1 - La filtración marginal no llega al suelo de la cavidad.
- 2 - Filtración alrededor de toda la restauración.
- 3 - Filtración más profunda que el suelo de la cavidad.

Los resultados y la correlación entre los 2 observadores se analizó estadísticamente usando el test de Kruskal-Wallis y el de U de Mann-Whitney. Hubo filtración en todos los grupos. Los patrones de filtración fueron similares en el grupo A (composite) y en el C (cemento de vidrio/resina), no alcanzando el fondo cavitario. Sin embargo, en el grupo del cemento de vidrio convencional, el grupo B, la filtración sí llegó a ser de grado 2, involucrando al fondo cavitario. Los datos estadísticos demostraron diferencia significativa entre los grupos A y B y entre B y C. Sin embargo, no hubo diferencias entre los grupos A y C.

Concluyeron que las cavidades obturadas con la resina compuesta modificada tuvieron una filtración significativamente menor que las obturadas con cemento de vidrio ionómero. Demostraron que este material y el composite proporcionan mejor sellado que el cemento de vidrio ionómero convencional.

• Un año más tarde, en 1998, **GLADYS, VAN MEERBEEK, LAMBRECHTS Y VANHERLE⁽¹³¹⁾** realizaron un estudio in vivo sobre la adaptación marginal, la retención y la microfiltración clínica de un cemento de vidrio ionómero, 3 ionómeros modificados con resina y una resina compuesta modificada con poliácidos.

El estudio se llevó a cabo en 86 pacientes que necesitaban tratamiento de lesiones cervicales.

Dos odontólogos restauraron los dientes aleatoriamente, empleando para ello, anestesia y dique de goma. Las restauraciones fueron evaluadas a los 6, 12 y 18 meses.

La efectividad clínica se registró en términos de retención e integridad marginal, microfiltración, recurrencia de caries y pérdida de vitalidad.

Si existía pérdida de restauración, tomaron una impresión con resina epóxica y la observaron a microscopio electrónico.

Para examinar la interfase con microscopio electrónico de barrido, prepararon unos discos de dentina de 1.5 mm de espesor a los que se unieron los distintos materiales. Después se seccionaron, se embebieron en resina y se metalografiaron.

Para la resina modificada, los resultados fueron del 89% de retención a los 18 meses y no existieron diferencias significativas entre los distintos materiales ni en los distintos períodos.

En cuanto a la integridad marginal, sólo el 4% de las restauraciones tuvieron una perfecta adaptación tras 6 meses, pero este valor descendió al 0% tras 12 y 18 meses. En el 50% de los casos la microfiltración fue de grado 2.

Al observar la interfase, la interacción del primer con la dentina es muy superficial, con una limitada infiltración de resina en la superficie dentinaria pero, sin formación de capa híbrida.

- De nuevo en 1998, **OWENS, HALTER Y BROWN⁽¹³²⁾** estudiaron la microfiltración de distintas restauraciones estéticas, entre las que encontramos a 2 compómeros (Dyract y Geristore) y a un composite (Z-100), pero en este caso, no emplearon dientes humanos en su estudio.

Emplearon 80 dientes bovinos que fueron almacenados en cloramina al 1%. Los dividieron en 4 grupos iguales, con 2 subgrupos cada uno, de 10 dientes.

Prepararon cavidades de clase V no retentivas en la unión amelo-cementaria de las superficies vestibular y lingual de cada diente. Emplearon para ello, una fresa de carburo del N° 170, a alta velocidad, refrigerada.

Todas las cavidades tenían una profundidad de 1.5 mm. En el subgrupo a de cada grupo, se realizó un bisel en el margen gingival, en cemento, con una fresa diamantada. El subgrupo b no llevaba bisel alguno.

Según cada grupo, los materiales y su proceso de restauración fueron los siguientes:

- *Grupo I:* Durante 15 sg. se realizó grabado con ácido fosfórico de las superficies cavitarias. Se lavaron y secaron y se aplicó primer durante 5 sg. Después se secó y se aplicó el adhesivo Scotchbond Multipurpose, que se fotopolimerizó durante 10 sg. A continuación, se restauró con Z-100 y se fotopolimerizó durante 40 sg.

- *Grupo II:* Se grabaron las paredes cavitarias con ácido fosfórico al 37% durante 15 sg. Se lavaron y se secaron y se aplicó Prime & Bond durante 20 sg. Después se fotopolimerizó durante 10 sg y se obturó la cavidad con Dyract, que se fotopolimerizó durante 40 sg.

- *Grupo III:* También en este grupo se grabaron las cavidades con ácido ortofosfórico durante 15 sg. Se lavaron y secaron y se aplicó Tenure Quik durante 15 sg. Posteriormente, se fotopolimerizó durante 15 sg. y se rellenaron las cavidades con Geristore. Se polimerizó durante 30 sg.

- *Grupo IV:* Se siguió el mismo procedimiento que en el grupo II, pero sin realizar el grabado ácido.

Almacenaron los dientes en agua destilada durante 1 semana. Los termociclaron durante 200 ciclos en agua a 4°C y 58°C. La duración de los ciclos era de 1 minuto.

Sellaron cada ápice dentario con cera y cubrieron los dientes con esmalte de uñas excepto en la restauración y en el área circundante hasta 1 mm.

Colocaron los dientes en una solución de azul de metileno al 5% durante 4 horas y después, los lavaron hasta eliminar dicha tinción. Embebieron los dientes en resina y con una sierra Isomet de diamante, los seccionaron longitudinalmente a través del centro de la restauración.

Examinaron cada sección a 20 aumentos con un microscopio binocular Meiji.

El grado de microfiltración se estableció como la proporción entre la longitud de la penetración de la tinción y la longitud de cada pared.

Emplearon el análisis de la varianza para establecer si existían diferencias significativas entre los grupos.

Los resultados indicaron que el subgrupo Ib presentó, de forma significativa, menor microfiltración general que el resto de los materiales y también menor a nivel de

la pared gingival.

Por el contrario, los grupos IVa y IVb, presentaron las mayores microfiltraciones, de forma estadísticamente significativa, tanto general como en los distintos márgenes al compararlos con los otros 3 grupos.

- En 1998, **BRACKETT, GUNNIN, GILPATRICK Y BROWNING⁽¹³³⁾** compararon la microfiltración que se produce en las restauraciones de clase V realizadas con compómero (Dyract) y con cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables (Fuji II LC y Vitremer).

También emplearon dientes bovinos, siendo en este caso 12 incisivos que se mantuvieron, tras su exodoncia, durante 1 semana aproximadamente, almacenados en agua.

Con una fresa de fisura de carburo de tungsteno, a alta velocidad y refrigerada por agua, se realizaron 2 cavidades en cada diente, una en vestibular y otra en lingual.

Las preparaciones cavitarias se localizaron en la unión amelocementaria y sus dimensiones fueron:

- Profundidad: 1.5 mm.
- Alto: 2 mm.
- Ancho: 3 mm.

Aleatoriamente se asignaron los distintos materiales restauradores al mismo número de cavidades vestibulares y linguales.

Cada material se empleó siguiendo las indicaciones de sus fabricantes e

inmediatamente después de su fotopolimerización, se pulieron con discos abrasivos. Después se secaron ligeramente y se cubrieron con una resina sin relleno (Vitremer Finishing Gloss) y se fotopolimerizaron.

Almacenaron los dientes durante 1 semana en agua, a temperatura ambiente, y los termociclaron, sometiéndolos a 260 baños térmicos de agua a 5°C y 55°C. El tiempo en cada baño era de 1 min., con 10 sg. de tiempo transitorio entre los mismos.

Más tarde, sellaron los ápices dentarios con cera y aplicaron esmalte de uñas en todas las superficies, excepto en la zona comprendida por cada restauración y 1mm. alrededor de ella.

Sumergieron los dientes durante 4 horas en una solución de azul de metileno al 10 %, los lavaron y los secaron. Con una sierra de diamante, a baja velocidad, seccionaron las muestras longitudinalmente y a través de las 2 restauraciones.

Examinaron la penetración de la tinción con un microscopio binocular a 20 aumentos, tanto en el margen gingival como en el incisal.

La valoración de la microfiltración se designó como:

- Severa: La microfiltración alcanzaba la pared axial.
- Ligera: La microfiltración no alcanzaba la pared axial.
- Sin microfiltración.

Emplearon el análisis de la varianza a 2 colas para comparar los 3 materiales, pero no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Sólo se observó microfiltración en el 20 % de las restauraciones, siendo mayor en la pared gingival. Sólo Dyract presentó filtración severa en las restauraciones realizadas con él.

- Situándonos ya en 1999, PAYNE⁽¹³⁴⁾ analizó el sellado marginal de las restauraciones de clase II realizadas con un composite fluido (Tetric Flow) y un cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable (Fuji II LC).

Tras su extracción, almacenó 30 bicúspides sanos en suero salino, a temperatura ambiente. Después, los montó en resina acrílica.

Con la ayuda de una fresa de carburo del número 245, hizo una cavidad en mesial y otra en distal de 3 mm. de profundidad desde la superficie oclusal, de 2.5 a 3 mm. de ancho, y a 1.0 - 1.5 mm. de la unión amelocementaria.

Grabó 20 especímenes durante 10 sg. con ácido fosfórico al 32%. Después los lavó durante 30 sg. con agua y los secó ligeramente.

Aplicó 3 capas de primer Optibond R, esperó, y a continuación pinceló las cavidades con resina fluida Optibond R, que fué polimerizada durante 30 sg. Estos 20 dientes fueron entonces obturados, de forma aleatoria en mesial o distal, con Tetric Flow y Fuji II LC. Las obturaciones fueron polimerizadas durante 90 sg.

Los otros 10 dientes fueron obturados con Fuji II LC sin agente de unión.

El acabado final se realizó con una fresa de diamante Patriot 55F.

Posteriormente, termocicló todos los dientes durante 500 ciclos y los selló con resina epóxica (esmalte de uñas) en el espacio entre la superficie dentaria y la base acrílica. Entonces, sumergió los especímenes en fucsina básica al 2%, durante 24 horas, los lavó, y los seccionó mesiodistalmente.

Con un microscopio binocular estudió la profundidad de la penetración de la tinción y la graduó según la siguiente valoración:

- 0 - Sin penetración.
- 1 - Penetración sólo en esmalte.
- 2 - Penetración en esmalte y dentina.
- 3 - Penetración hasta la pulpa.

Con microscopio electrónico de barrido se completaron las observaciones.

Los resultados fueron estudiados con el test de los signos de Wilcoxon.

En el cemento de vidrio se atribuyó la microfiltración a las porosidades y a microgaps del propio material.

Con el microscopio electrónico se observó la existencia de unión entre el cemento de vidrio ionómero y el agente de unión. También se observó microfiltración entre el diente y el cemento de vidrio ionómero cuando no se usó agente de unión, que fué estadísticamente significativa.

El composite demostró tener la menor microfiltración de forma estadísticamente significativa frente al cemento de vidrio, con o sin agente de adhesión.

- También en 1999, **RODRIGUES, DE MAGALHÃES, SERRA Y RODRIGUES⁽¹³⁵⁾** evaluaron la microfiltración in vitro de 3 cementos de vidrio modificados con resina, 3 compómeros, 1 cemento de vidrio convencional y 1 composite.

Emplearon 240 dientes humanos sanos recién extraídos, almacenándolos en agua destilada a temperatura ambiente. Con una fresa de diamante del número 15, realizaron una cavidad de clase V en cada diente, a unos 4 mm por debajo de la unión amelocementaria. Las dimensiones de cada cavidad eran 1.5 mm de diámetro y 1.5 mm de profundidad aproximadamente.

Eliminaron los ápices radiculares y la superficie fue sellada con composite.

Asignaron aleatoriamente los dientes a 10 bloques de 24 dientes cada uno. En cada bloque se restauraron 3 dientes con cada material. Después los almacenaron durante 24 horas a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$, los pulieron con discos y los termociclaron durante 500 ciclos en agua de $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Cubrieron los dientes con 2 capas de esmalte de uñas dejando sin cubrir un área de 2.5 mm alrededor de la restauración. Sumergieron los dientes en azul de metileno al 2% durante 24 horas, los lavaron y los seccionaron en dirección vestibulolingual a través del centro de la restauración.

Para determinar la microfiltración los observaron con un estereomicroscopio a 16 aumentos, en los márgenes oclusal y gingival. Siguieron el siguiente criterio:

- 0 - Sin penetración de la tinción.
- 1 - Penetración hasta la mitad de la pared oclusal o gingival.
- 2 - Penetración en toda la pared oclusal o gingival.
- 3 - Penetración incluyendo la pared axial.

Los resultados indicaron que la microfiltración de los cementos de vidrio ionómero modificados con resina y los compómeros no fue significativamente diferente de la del composite. Todos estos materiales obtuvieron resultados mejores que el cemento de vidrio convencional.

- El propósito del estudio que también en 1999, han llevado a cabo **GLOBER, ROSSOUW Y VAN WYK KOTZE⁽¹³⁶⁾** fue determinar la microfiltración relativa de 5 sistemas restauradores cuando están adheridos a la dentina/cemento.

Para determinar la microfiltración se prepararon 65 cavidades de clase V sobre las superficies vestibulares de los dientes (10-15 para cada material), por debajo de la unión amelocementaria. Se sellaron los ápices radiculares, los dientes fueron cubiertos con esmalte de uñas salvo 1 mm alrededor de las restauraciones y las muestras fueron sometidas a termociclado (500 ciclos) en una solución de azul de metileno al 2%.

Las secciones radiculares, incluyendo las restauraciones, fueron disueltas en ácido y se determinaron espectrofotométricamente las concentraciones de la tinción.

Se llegó a la conclusión que Dyract, el único compómero estudiado, tenía una microfiltración mínima en la interfase de la dentina/ cemento, lo que puede incrementar la longevidad de la restauración en la situación clínica, con ninguna o menos caries secundarias.

4. ESTUDIOS DE MICROFILTRACION EN DENTICION TEMPORAL

- En 1992, FUKS, HOLAN, SIMON Y LEWINSTEIN⁽¹³⁷⁾ estudiaron la microfiltración de las cavidades clase II en molares temporales, restauradas con cementos de vidrio ionómero reforzados con plata.

Prepararon 52 cavidades de clase II en molares temporales extraídos o exfoliados. Almacenaron todos los dientes en agua. Prepararon las cavidades con una fresa 330 refrigerada con agua y dejaron los márgenes a nivel de esmalte. Asignaron los dientes de forma aleatoria entre 4 grupos. Los márgenes cavosuperficiales oclusal, bucal y lingual de las preparaciones cavitarias de los grupos 1 y 2 se biselaron con un ángulo de 45° con la superficie dentaria. Ajustaron a los dientes matrices de acetato mediante un adaptador Tofflemire.

En el *grupo 1*, prepararon una restauración "sandwich" modificada. Aplicaron Ketac Silver formando una gruesa capa en la caja proximal que sobrepasaba el nivel de la pared ocluso-pulpar, que también se cubrió. Después de 5 minutos se grabó el material durante 20 segundos. Entonces, se cubrió con un agente de unión, se polimerizó y se colocó Estilux Posterior en una sola aplicación, condensando el composite con un bruñidor de bola grande y se fotopolimerizó 40 segundos. Tras retirar la matriz, se cubrió el cemento de vidrio de la superficie proximal con un barniz.

Las restauraciones del *grupo 2*, similares al grupo 1, también fueron de tipo sandwich. Utilizaron Miracle Mix para rellenar la caja proximal y cubrir la pared ocluso-pulpar. La restauración final se hizo con Estilux Posterior, como en el grupo 1.

En el *grupo 3*, se inyectó Ketac Silver para rellenar toda la cavidad. Después del fraguado se cubrió toda la restauración con barniz.

Los dientes del *grupo 4* se obturaron con Miracle Mix de forma similar a los del grupo 3.

Todas las restauraciones se terminaron con fresas de diamante superfinas y se pulieron con discos Sof-Lex. Las superficies proximales no se tocaron.

Mantuvieron los dientes a temperatura ambiente y a 100% de humedad durante 2 semanas para prevenir la deshidratación. Entonces, los termociclaron 250 ciclos entre $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con una duración de 1 minuto en cada baño y 1 minuto a temperatura ambiente entre los baños.

Sellaron las cámaras pulpares y/o las raíces remanentes con acrílico autopolimerizable. Cubrieron todos los dientes con cera y esmalte de uñas, los sumergieron en una solución de fucsina básica al 2% durante 24 horas, los lavaron con agua y los embebieron en resina acrílica. Mediante el desgaste de los dientes, obtuvieron secciones mesiodistales de los dientes embebidos y los examinaron con un microscopio binocular. Distinguieron 4 grados de filtración marginal en los márgenes oclusal y cervical y los representaron con números arábigos y romanos respectivamente:

Grado 0: No hay penetración de la tinción.

Grado 1 ó I: Penetración de la tinción a lo largo de la pared oclusal o gingival del relleno, adyacente al esmalte.

Grado 2 ó II: Penetración de la tinción a lo largo de toda la longitud de la pared oclusal o gingival del relleno, pero no a lo largo de la pared pulpar.

Grado 3 ó III: Penetración de la tinción hasta la mitad o más de la longitud mesiodistal de la restauración.

Registraron el grado de penetración mayor en cada sección. Las diferencias estadísticas se evaluaron con el test chi-cuadrado.

Los resultados revelaron que en la mayoría de las restauraciones "sandwich" no hubo filtración o fué mínima (grados 0 y 1) en los márgenes oclusales y ocurrió igual en el 77% y 85% de los grupos 3 y 4, respectivamente. No existieron diferencias estadísticamente significativas.

Sin embargo, se observó severa penetración de la tinción (grado 3) en casi el 70% de los márgenes cervicales de los dientes restaurados con Ketac Silver (grupos 1 y 3), contrario al 7.5% y 23% que se registró con Miracle Mix (grupos 2 y 4). Se demostraron diferencias estadísticamente significativas.

Todas las restauraciones del grupo 1 filtraron en la interfase cemento-composite, mientras que el 38.5% del grupo 2 no presentaron filtración. Esta diferencia también fue significativa.

Los autores concluyeron que los cementos de vidrio ionómero no deberían reemplazar a las amalgamas en los dientes temporales. Miracle Mix, aunque produjo los mejores resultados, es difícil de manejar, estéticamente más pobre que la amalgama y cuando se utiliza en restauraciones "sandwich" no previene por completo la microfiltración cervical.

- En 1994, **REID, SAUNDERS, SHARKEY Y WILLIAMS⁽¹³⁸⁾**, investigaron sobre la microfiltración que se producía en las restauraciones tipo sandwich de ionómero-composite en los dientes primarios.

Trabajaron con 80 molares temporales humanos recién extraídos y libres de

caries, restauraciones y fracturas. Los limpiaron con piedra pómez y los almacenaron en agua desionizada.

Empleando una fresa de fisura, de diamante, con punta en ángulo recto (ISO 014), a alta velocidad y refrigerada con agua, un mismo profesional preparó una cavidad de clase II en cada diente. Las medidas de las cajas proximales eran de 2.7 mm en sentido bucolingual y de 1.4 mm en sentido mesiodistal. El suelo gingival de las preparaciones cavitarias se encontraba localizado en la mitad de las muestras, coronal a la unión amelocementaria, y en la otra mitad, apical.

Dividieron los dientes en 4 grupos iguales, aplicando las siguientes técnicas restauradoras:

- *Grupo 1 - Técnica Sandwich Abierta en Esmalte:* Todos los márgenes cavitarios se encontraban en esmalte. Siguiendo las indicaciones de los fabricantes, antes de aplicar el cemento de vidrio ionómero, se acondicionó la cavidad durante 15 sg., se lavó y se secó. Se mezclaron 2 medidas de polvo de cemento de vidrio (Chemfil II) con 2 gotas de agua durante 20 ó 30 sg. y se colocaron en la cavidad cubriendo las paredes y el suelo gingival hasta la periferia. El espesor de esta capa de Chemfil II era de 2 mm.

Después de 1 minuto, se protegió el cemento con una fina capa de agente de unión (Prisma Universal) aplicada cuidadosamente con una punta de papel estéril. Transcurridos 5 minutos más, se aplicó gel de ácido ortofosforico en los márgenes de esmalte y se dejó actuar durante 30 sg. Se lavó el gel y se secó la cavidad con aire durante otros 30 sg. Se aplicó un agente de unión sin relleno (Prisma Universal) al esmalte y a la base de cemento de vidrio ionómero y se fotopolimerizó. A continuación se obturó el resto de la cavidad con composite fotopolimerizable (Prisma APH) en incrementos de 2 mm. Se sumergieron los dientes en agua destilada.

- *Grupo 2 - Técnica Sandwich Cerrada en Esmalte*: Del mismo modo que en el grupo 1, los márgenes cavitarios se finalizaron en esmalte. La técnica empleada fue también similar a la del grupo 1, excepto que al colocar el cemento de vidrio ionómero no se sobrepasó la unión amelodentinaria. Por lo tanto, al obturar la cavidad, esta zona se rellenó también con composite.

- *Grupo 3 - Técnica Sandwich Abierta en Dentina/Cemento*: El margen cavosuperficial de la caja proximal se terminó en dentina/cemento; el resto de los márgenes se encontraban en esmalte. La técnica fue similar al grupo 1.

- *Grupo 4 - Técnica Sandwich Cerrada en Dentina/Cemento*: Las cavidades eran similares a las del grupo 3, empleándose la misma técnica de obturación que en el grupo 2.

En agua desionizada a 37°C y durante una semana, incubaron los dientes de cada grupo por separado. Recuperaron los dientes, los secaron y les sellaron los ápices radiculares con cemento de cianoacrilato. Aplicaron 2 capas de esmalte de uñas rojo sobre la superficie de cada diente hasta 1 mm de sus márgenes cavitarios. Colocaron los dientes en una tinción tamponizada al 2% de azul de metileno y los termociclaron en 400 ciclos de 15 sg. cada uno, a 37°C, 5°C, 37°C y 55°C. Durante 24 horas más, los sumergieron en la tinción a 37°C. Después los sacaron y los lavaron abundantemente con agua corriente, eliminando la tinción y el esmalte de uñas.

Empleando un disco de diamante, seccionaron los dientes mesiodistalmente por el centro de la restauración. Valoraron la microfiltración según la penetración de la tinción de acuerdo con el siguiente criterio:

0 - Sin filtración.

1 - La filtración sobrepasa el punto medio de la longitud del suelo gingival de la cavidad.

2 - La filtración involucra a toda la longitud del suelo gingival de la cavidad.

3 - La filtración afecta a la pared axial de la cavidad.

4 - La filtración se hace extensiva hacia la pulpa.

Los resultados se analizaron usando el test de Kruskal Wallis rectificado, estableciendo que existieron diferencias significativas entre los grupos. El mayor porcentaje de microfiltración se produjo en el grupo 4, seguido por los grupos 3, 1 y 2.

Las conclusiones que sacaron fueron:

- La técnica sandwich abierta presentó la menor microfiltración comparándola con la técnica sandwich cerrada.
- Los mejores resultados se registraron en la técnica sandwich abierta con los márgenes de cavidades en esmalte.
- La técnica sandwich abierta parece adecuada para su uso en molares temporales.

• En 1996, **AL-OBAIDI Y SALAMA⁽¹³⁹⁾** compararon la microfiltración que se producía empleando 3 procedimientos distintos al obturar cavidades con un cemento de vidrio ionómero modificado con resina (Vitremer) en molares temporales.

En este estudio usaron 24 molares temporales recién extraídos o exfoliados, con su superficie vestibular intacta, con caries de mínima a moderada, que almacenaron en cloramina al 1%. Los distribuyeron de forma aleatoria en 3 grupos de 8 dientes cada uno.

Con una fresa de cono invertido del número 37 de carburo de tungsteno, prepararon una cavidad clase V en la superficie vestibular de cada diente. Todos los márgenes cavitarios se encontraban en esmalte.

En el *grupo 1*, una vez completadas las preparaciones, las trataron con acondicionador ESPE Ketac durante 10 sg., las lavaron con agua durante 30 sg. y las secaron durante 5 sg. con aire comprimido libre de aceite. A continuación se obturaron con Vitremer.

El *grupo 2* también se acondicionó con ESPE Ketac pero, además, después se trató con primer durante 30 sg. y se fotopolimerizó 20 sg. Después se obturó con Vitremer.

Las preparaciones del *grupo 3* sólo se trataron con primer durante 30 sg. y las fotopolimerizaron 20 sg antes de la colocación del Vitremer.

Inmediatamente después, en todos los dientes de los 3 grupos, colocaron una matriz transparente sobre la restauración y la fotopolimerizaron durante 40 sg. Pulieron las obturaciones con el sistema Sof-Lex y aplicaron un brillo final que se fotopolimerizó durante otros 20 sg.

Cubrieron todos los ápices y áreas de furcación de los dientes con esmalte de uñas y un compuesto pegajoso verde. Además, pintaron todas las superficies dentarias con 3 capas de esmalte de uñas, excepto entre 0.5 y 1 mm alrededor de las restauraciones y las sumergieron en azul de metileno al 5% durante 4 horas.

Lavaron los dientes con agua corriente y los embebieron en resina acrílica. Con la ayuda de una sierra de diamante a baja velocidad, seccionaron longitudinalmente los dientes en dirección bucolingual a través del centro de cada restauración.

Un investigador, ajeno al procedimiento empleado en cada grupo, examinó los cortes en los márgenes oclusal y cervical usando un estereomicroscopio a 15 y 32 aumentos. El criterio que empleó para designar los grados de filtración fué:

- 0 - No hay penetración de la tinción.
- 1 - Penetración de la tinción en la pared oclusal o cervical sin involucrar a toda su longitud.
- 2 - Penetración de la tinción a lo largo de toda la pared oclusal o cervical sin llegar a la pared pulpar.
- 3 - Penetración de la tinción en la pared pulpar.

Los resultados de este estudio in vitro indicaron que ninguno de los 3 procedimientos previno la microfiltración, que fué significativamente mayor en los márgenes oclusales que en los cervicales.

La microfiltración fue menor cuando se aplicó el Vitremer con acondicionador y primer que cuando se usó el primer (indicado por el fabricante) o el acondicionador sólo. Sin embargo, al aplicar a los resultados entre los grupos el análisis de la varianza no-paramétrico de Kruskal-Wallis, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

- Un año más tarde, en 1997, **VIRMANI, TANDON Y RAO⁽¹⁴⁰⁾** estudiaron de nuevo la microfiltración de los cementos de vidrio ionómero en los molares primarios.

Seleccionaron 50 primeros y segundos molares temporales con mínima caries o ninguna. Colocaron los dientes en agua destilada inmediatamente después de su exodoncia y se mantuvieron así hasta que se inició el estudio.

Dividieron los dientes en 5 grupos:

- *Grupo 1*: Dientes restaurados con amalgama sobre un barniz cavitario.
- *Grupo 2*: Dientes restaurados con un nuevo cemento de vidrio ionómero autopolimerizable (Fuji IX).
- *Grupo 3*: Dientes restaurados con cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable (Fuji II).
- *Grupo 4*: Dientes restaurados con cemento de vidrio ionómero de triple-curado (Vitremer).
- *Grupo 5*: Similar al grupo 2 con una capa de brillo de acabado fotopolimerizable.

Prepararon cavidades clase II convencionales (no retentivas) y las restauraron con el material apropiado según cada grupo. Termociclaron los dientes a 4°C, 37°C y 55°C durante 100 ciclos. Los sumergieron en tinción de rodamina B durante 24 horas y los seccionaron mesiodistalmente para observarlos con microscopio de luz fluorescente. Siguieron el criterio adoptado por Luescher et al. y los grados de penetración de la tinción en la interfase cavidad/restauración fueron los que aparecen en la TABLA IV:

| GRADOS | PENETRACIÓN DE LA TINCION |
|--------|---|
| 0 | No. |
| 1 | En espesor de esmalte. |
| 2 | En esmalte y en profundidad similar de dentina. |
| 3 | En todo el espesor de esmalte y dentina. |
| 4 | Como en grado 3 y en los túbulos dentinarios. |
| 5 | Profusamente, en todo el espesor hasta pulpa. |

TABLA IV: Valoración de la penetración de la tinción⁽¹⁴⁰⁾.

Los resultados se analizaron estadísticamente usando el test de Kruskal Wallis y el de múltiple rango de Duncan. Se observaron las dos mitades obtenidas, bucal y lingual, de la sección dentaria. La microfiltración fue máxima en el grupo 1 (Amalgama) y en el 2 (Fuji IX) con unos valores medios de 31.50 y 31.55, respectivamente. En el grupo 3, se registró un valor medio de 26.60, mientras que en el grupo 4 (Vitremer) y en el 5 (Fuji IX con brillo de acabado LC) se obtuvo la menor microfiltración, de 19.40 y 18.45 respectivamente.

La comparación entre grupos no demostró diferencias significativas, excepto en los grupos 1 y 2 con respecto a los grupos 4 y 5. La mejor integridad de superficie dentaria con respecto a la microfiltración se observó con Vitremer.

- **MORABITO Y DEFABIANIS⁽¹⁴¹⁾** llevaron a cabo, en 1997, un estudio experimental sobre el sellado marginal de varios materiales restauradores en los molares primarios.

Examinaron 80 dientes extraídos por motivos ortodóncicos. Ninguno tenía restauraciones y se almacenaron en una solución fisiológica a 37°C. Prepararon cavidades de clase I, de 2-4 mm. de profundidad sin retención mecánica. Dividieron las muestras en 4 grupos de 20 dientes cada uno.

En un grupo, emplearon para obturar las cavidades Miracle Mix, un cemento de vidrio ionómero autopolimerizable reforzado con amalgama. En otro grupo, emplearon Photac Fill Aplicap y en el tercero, Vitremer Tricure (ambos cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables). Por último, el cuarto grupo se obturó con Dyract, un compómero fotopolimerizable.

Sometieron a los dientes a un termociclado. Sellaron los ápices de las raíces y cubrieron todas las superficies externas, excepto en el área de restauración y una periferia de 2 mm, con un barniz aislante.

Sumergieron entonces los dientes en fucsina acuosa al 0.5% durante 24 horas. Tras sacarlos de la tinción, los limpiaron, los lavaron con agua corriente y los seccionaron longitudinalmente a través del centro de las restauraciones. Observaron las diferentes muestras con un estereomicroscopio para analizar la penetración de la fucsina y estudiar el sellado marginal de las restauraciones.

El grado de filtración marginal se evaluó según la penetración de la tinción desde el margen oclusal hasta la base de la cavidad. De los casos obturados con Miracle Mix, 4 no presentaron penetración ninguna y 16 una ligera filtración, sólo en las paredes cavitarias. En 18 muestras había espacios evidentes sin obturar.

Los dientes tratados con Vitremer no presentaron filtración en 2 casos, en 3 casos la penetración de la tinción fue muy superficial y en 15 la penetración afectó sólo a las paredes, sin llegar al fondo de la cavidad. En 15 casos se registraron espacios en el material.

De las 20 muestras obturadas con Photac Fill Aplicap, 6 mostraron una penetración superficial y 14 infiltración de las paredes pero no del fondo de la cavidad. En 6 casos se descubrieron huecos en el material restaurador.

Por último, el grupo de dientes de Dyract no presentó penetración de la fucsina en 13 casos, mientras que en los 7 restantes la infiltración fue muy superficial. Espacios en el material restaurador sólo se vieron en 4 casos.

Concluyeron que Dyract fue el material con las mejores propiedades mecánicas,

un buen sellado marginal, amplia gama de colores, existencia de cápsulas premedidas y con acción preventiva por su continua liberación de flúor, lo que le hace ideal para las restauraciones en niños.

- **SALAMA⁽¹⁴²⁾** estudió, en 1998, la microfiltración de distintos materiales restauradores: un compómero (Hytac), un composite (Pertac) y una aleación de galio (Galloy), en dientes primarios. Además, determinó el efecto que produce el pretratamiento con láser, de esmalte y dentina de dichos dientes, sobre la microfiltración.

Empleó 48 molares temporales humanos que se habían mantenido en solución de cloramina al 1% desde su extracción. Todos tenían caries, pero la superficie vestibular se encontraba intacta.

Tras lavar los dientes, se almacenaron en agua destilada y a temperatura ambiente. Se eliminaron las caries y se sellaron, así como las furcas y los ápices, con un compuesto pegajoso de color verde. Las fisuras oclusales se obturaron con sellador.

Con una fresa 330 refrigerada se realizó una cavidad de clase V en la superficie vestibular de cada diente. Todas las cavidades se extendieron a esmalte y a dentina.

Se distribuyeron los dientes, de forma aleatoria, en 6 grupos de 8 dientes cada uno, cuyo tratamiento aparece en la TABLA V:

| GRUPO | MATERIAL RESTAURADOR | PRETRATAMIENTO CON LASER |
|-------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | Hytac | No |
| 2 | Hytac | Si |
| 3 | Pertac | No |
| 4 | Pertac | Si |
| 5 | Galloy | No |
| 6 | Galloy | Si |

TABLA V: Distribución de los tratamientos por grupos⁽¹⁴²⁾.

Almacenó los especímenes en agua destilada, durante 72 horas, a 37°C.

Toda la superficie de cada diente, excepto aproximadamente 0.5 a 1 mm alrededor de cada restauración, se cubrió con 3 capas de esmalte de uñas.

Entonces, los dientes se sumergieron en azul de metileno al 5% durante 4 horas, se lavaron con agua corriente y se eliminó la tinción.

Con un disco a baja velocidad, se seccionó cada diente longitudinalmente en dirección buco-lingual a través del centro de cada restauración.

Con un estereomicroscopio, se observaron los márgenes oclusal y gingival y los fotografió a 25 aumentos. La penetración de la tinción a lo largo de la interfase de restauración-diente se examinó en las 2 secciones de cada diente y se registró el valor mayor para cada uno, siguiendo el siguiente criterio:

- 0 - No penetración de la tinción.
- 1 - Penetración de la tinción a lo largo de la pared oclusal o gingival menor que la longitud total de la pared oclusal o gingival.
- 2 - Penetración de la tinción a lo largo de toda la longitud de la pared oclusal o gingival, pero no en la pared axial.
- 3 - Penetración de la tinción en toda la longitud de la pared oclusal o gingival, así como en la pared axial.

Los resultados oclusales y gingivales se compararon con el análisis de la varianza a 2 colas de Friedman. Para detectar cualquier diferencia estadísticamente significativa para los resultados oclusales y gingivales combinados, se usó el test múltiple no-paramétrico de Tukey.

Además, los valores oclusales frente a los gingivales de cada grupo se compararon usando el test de los signos de Wilcoxon.

Los resultados le llevaron a concluir que:

- La restauración con Galloy en cavidades de clase V de molares temporales con o sin pretratamiento con láser previno la microfiltración marginal (Todas las muestras obtuvieron grado 0).
- La microfiltración de las restauraciones con Galloy sin tratar con láser fueron estadísticamente mejores que las de los otros grupos (Hytac y Pertac) sin tratar con láser.
- Con Pertac, los valores de microfiltración del grupo tratado con láser fueron estadísticamente menores que el no tratado. No hubo diferencias entre los grupos, pretratados o sin tratar con láser, de Hytac y Galloy.
- Sólo hubo diferencias estadísticamente significativas entre los márgenes gingivales y oclusales en el grupo de Pertac sin pretratar.

III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Los principales fines de las restauraciones son, por un lado, reemplazar definitivamente al tejido dentario perdido, y por otro, no menos importante, sellar o aislar de forma hermética al tejido dentario remanente del exterior.

Por todos es bien conocido que no existe en la actualidad ningún material que cumpla por completo estas 2 premisas, por lo que, día a día, se avanza en la investigación con el fin de conseguirlo.

Ya en 1976, **KIDD** definió la microfiltración como “el paso de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre la pared cavitaria y el material restaurador colocado en ella”, destacando su importancia⁽¹⁴³⁾.

Por tanto, al emplear cualquier material restaurador debemos conocer la habilidad que éste demuestra para evitar dicha microfiltración, ya que esto nos indicará en gran medida su duración y pronóstico clínico.

El fracaso del sellado en el margen cavosuperficial de una restauración puede contribuir a la aparición de respuestas pulpares adversas y sensibilidad postoperatoria, e incluso a la tinción de la propia restauración^(144,145).

Existen múltiples métodos de investigación in vivo e in vitro para determinar la microfiltración. Dentro de éstos últimos, cabe destacar a los agentes colorantes o tinciones orgánicas como los más conocidos y empleados^(146,147). En la actualidad, se ha demostrado la importancia de combinarlos con técnicas de termociclado o envejecimiento que reproduzcan la situación oral de los materiales para hacerlos más fidedignos^(148,149,150,151).

Las resinas compuestas modificadas con poliácidos son materiales de tipo restaurador de reciente aparición.

Debido al auge que su empleo está tomando hoy en día, así como por el vacío encontrado por la escasez de estudios dirigidos a una de sus principales indicaciones, la dentición temporal, creemos acertada su investigación. Centraremos nuestra atención en el sellado marginal que ofrecen los materiales, F2000 (3M) y Compoglass (Vivadent), pertenecientes a este grupo.

Con esta inquietud y finalidad, nos planteamos los siguientes objetivos:

- Determinar el grado de microfiltración de la resina compuesta modificada con cemento de vidrio ionómero, F2000, en restauraciones de clase II en molares temporales.
- Establecer el grado de microfiltración de la resina compuesta modificada con cemento de vidrio ionómero, Compoglass, en restauraciones de clase II en molares temporales.
- Identificar las diferencias, en caso de que existieran, entre el grado de microfiltración de F2000 y Compoglass, en dichas restauraciones.

IV. MATERIAL Y METODO

1. MUESTRA.

El presente estudio se ha realizado con primeros y segundos molares temporales, maxilares y mandibulares, obtenidos bien por su exfoliación natural o bien por su exodoncia terapéutica por motivos ortodóncicos y/u odontopediátricos.

La obtención de la muestra se ha conseguido gracias principalmente, a la aportación del Servicio de Odontología del Ambulatorio del INSALUD "Juan de la Cierva" (Area 10 - Getafe), así como de nuestra práctica odontológica privada.

1.1 FACTORES DE INCLUSION.

Los condicionantes que se exigieron para la selección de la muestra fueron los siguientes:

- Molares temporales sanos.
- Que el nivel de reabsorción radicular fisiológica no sobrepasara el límite amelocementario en los molares.
- Molares primarios cuya exfoliación o exodoncia se hubiera realizado no más de 15 días antes de comenzar su estudio.
- Molares temporales que se hubieran mantenido sumergidos en agua destilada desde el momento de su exfoliación o exodoncia.

1.2. FACTORES DE EXCLUSION.

Los criterios de exclusión que se determinaron para este estudio fueron los siguientes:

- Molares con caries y/o restauraciones.
- Molares con fracturas producidas antes o durante su exfoliación o exodoncia.
- Molares con malformaciones o alteraciones de tipo morfológico y/o estructural.
- Molares cuyo almacenamiento tras su exfoliación o exodoncia no fuese el adecuado.
- Aquellos molares cuya exfoliación o exodoncia se hubiese realizado con más de 15 días hasta su estudio.

Tal y como aparece en la TABLA VI, siguiendo estos factores obtuvimos una muestra de 12 molares temporales, de los cuales eran: 4 primeros molares mandibulares, 3 segundos molares mandibulares, 2 primeros molares maxilares y 3 segundos molares maxilares.

| | MOLARES MAXILARES | | MOLARES MANDIBULARES | | TOTAL |
|------------|----------------------|----------|-------------------------|----------|-------|
| | PRIMEROS | SEGUNDOS | PRIMEROS | SEGUNDOS | |
| MUESTRA | 2 | 3 | 4 | 3 | 12 |
| PORCENTAJE | 16.5 % | 25 % | 33.5 % | 25 % | 100 % |

TABLA VI: Distribución de la muestra.

2. MATERIAL.

A continuación se enumera el material empleado para la realización del presente estudio:

- Dos recipientes de plástico estériles.
- Agua destilada.
- Equipo dental FEDESA, modelo Supradent.
- Turbina de alta velocidad KAVO, modelo 640 Supertorque.
- Fresa de carburo de tungsteno WHITE, número 330.
- Calibre DENTAURUM, modelo Zürcher.
- Restaurador Compómero F2000, 3M, lote 19970926.
- Jeringa NU GUN, tipo Centrix.
- Instrumento plástico HU FRIEDY.
- Unidad de polimerización SATELEC, modelo Acta CWS.
- Restaurador Compómero COMPOGLASS, Vivadent, lote 902646.
- Fresa diamantada de pulido KOMET, número 8858, grano fino.
- Unidad de Envejecimiento SUNTEST CPS, modelo Heraeus.
- Papel Secante.
- Resina Acrílica Autopolimerizable.
- Esmalte de Uñas MARGARET ASTOR, color Terracotta.
- Polvo de azul de metileno.
- Cortadora de baja velocidad BUEHLER, modelo Isomet.
- Resina Autopolimerizable BUEHLER, modelo Pastic Kit.
- Pulidora BUEHLER, modelo Motopol 2000.
- Pulidora BUEHLER, modelo Metaserv.
- Lupa binocular LEICA, modelo Wild M10.
- Película KODAK Gold (100 ASA).
- Microscopio Electrónico de barrido JEOL, modelo JSM-840.

Debido a que este estudio está dirigido de forma específica a los restauradores F2000 y Compoglass, consideramos necesario ampliar la información sobre la composición y propiedades de ambos materiales.

2.1. F2000.

El sistema restaurador compómero F2000 fue comercializado por 3M en 1997. El sistema está compuesto por el compómero restaurador F2000 (material de relleno) y por el primer/adhesivo F2000, que se emplea para la unión del compómero restaurador a la estructura dental (FIGURA IV).

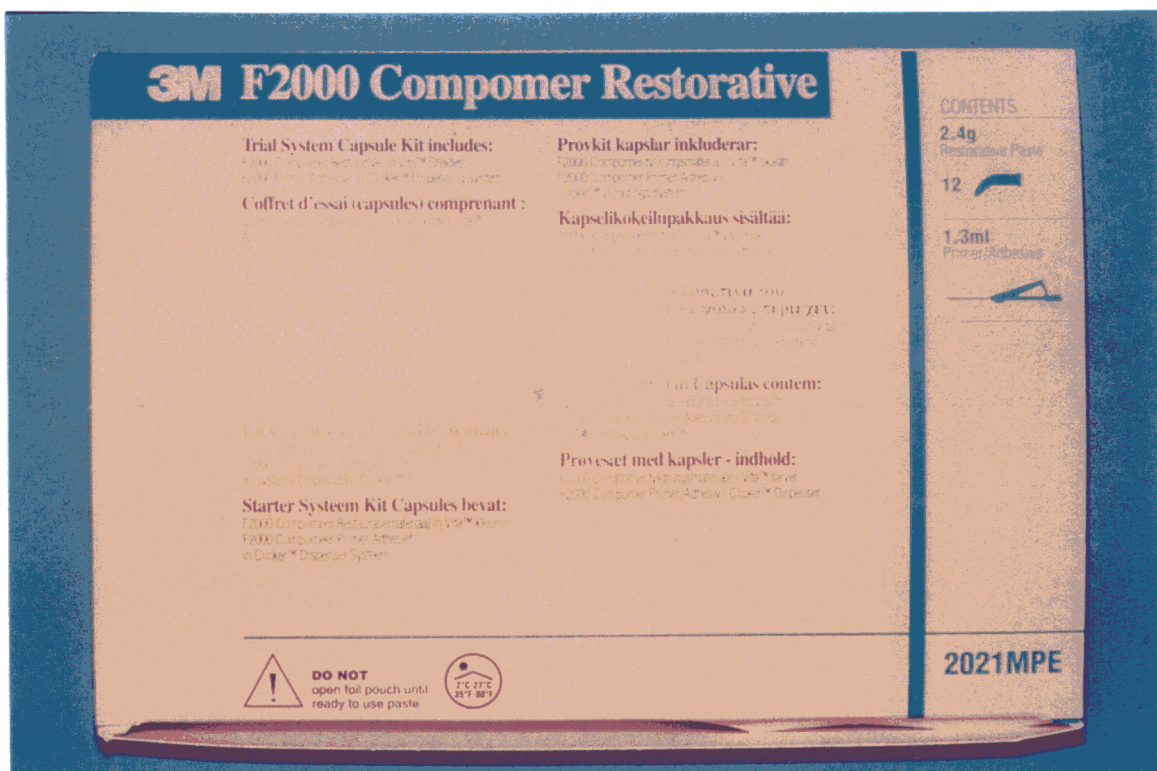


FIGURA IV: Sistema Restaurador Compómero F2000.

El primer/adhesivo F2000 es un material ácido, hidrofílico, polimerizable altamente compatible con las superficies de dentina y esmalte.

Es un líquido indicado, exclusivamente, para la adhesión del compómero restaurador F2000 a la estructura dentaria, sin la necesidad del tradicional grabado ácido.

Consta de 2 partes, A y B, que se mantienen separadas hasta su uso clínico, contenidas en un único dispensador denominado 3M Clicker (FIGURA V). Cuando se presiona la palanca de dicho dispensador, el mecanismo deposita, de forma precisa y simultánea, una gota de cada componente.



FIGURA V: Dispensador 3M Clicker.

El primer/adhesivo F2000 no es un material de doble polimerización y debe exponerse a luz dental para fraguarse. Su pH es 1.9 - 2. Su composición es la siguiente (TABLA VII):

| LADO A | LADO B |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - HEMA (Hidroxietil metacrilato) - Copolímero Vitrebond (Acido metacrilato policarboxílico) - Agua - Etanol - Fotoiniciador | <ul style="list-style-type: none"> - Acido Maleico - Agua |

TABLA VII: Composición del Primer/Adhesivo F2000.

Con respecto al compómero restaurador F2000 la TABLA VIII que se adjunta a continuación enumera sus componentes y su función específica.

El tamaño de partícula del vidrio FAS de relleno del F2000 está entre 3 y 10 micras.

La distribución del tamaño del relleno y la muy baja suma de sílice coloidal añadida a él, contribuyen al excelente manejo de la pasta. La carga de relleno es de 84% sobre su peso.

El resto de componentes enumerados comprenden la porción de resina del compómero.

| COMPONENTE | FUNCION |
|---|---|
| Vidrio FAS | - Relleno - Fuente de fluor para su liberación a largo plazo |
| Sílice Coloidal | - Agente Dispersante |
| Oligómero CDMA (Oligómero dimetacrilato funcional derivado del ácido cítrico) | - Formador de la matriz ácido hidrofílica |
| GDMA (Hidroxipropileno Dimetacrilato comúnmente conocido como gliceril dimetacrilato) | - Diluyente de CDMA - Comonomero hidrofílico |
| Polímero Hidrofílico de Alto Peso Molecular | - Modificador reológico - Transporte de agua y flúor |
| CPQ / amina | - Sistema fotoiniciador |

TABLA VIII: Composición del Compómero Restaurador F2000.

Según sus fabricantes, las principales propiedades de F2000 son:

- Excepcionales características de manipulación (pasta monocomponente).
- Liberación de flúor.
- Inhibición de caries in vitro.
- Adhesión a dentina (16.5 MPa) y a esmalte (14 MPa).
- Alta resistencia al desgaste.
- Baja contracción de polimerización (entre 1.0 y 2.0 %).
- Absorción de agua (39.3 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$) que conlleva mejor sellado marginal.
- Bajo coeficiente de expansión térmica (12.6 ppm/ $^{\circ}\text{C}$).
- Radiopacidad.
- Estética (9 colores de la guía Vita y 4 colores especiales).

2.2. COMPOGLASS.

El departamento de Investigación y Desarrollo de Vivadent presentó a Compoglass, en 1995, como un nuevo material de obturación, que reunía las propiedades positivas de los ionómeros de vidrio y los composites (FIGURA VI).

Compoglass es, por tanto, un compómero, que presenta una estructura microhíbrida con un tamaño máximo de partícula de 1.6 micras.

Los fabricantes indican la combinación de Compoglass con Syntac que proporciona su unión a la sustancia dental.



FIGURA VI: Compómero Restaurador Compoglass.

Syntac es un líquido adhesivo monocomponente, multifuncional y fotopolimerizable (FIGURA VII).

La composición de Syntac es la siguiente:

- Acido maleico.
- HEMA.
- Acido poliacrílico modificado con metacrilato.
- Iniciadores y estabilizadores en una solución acuosa.



FIGURA VII: Adhesivo Syntac.

Tal y como la describen sus fabricantes, la composición de 1.0 g de Compoglass es la siguiente:

| | |
|---|--------|
| - BIS-GMA propoxilado | 0.03 g |
| - Dimetacrilato de uretano | 0.07 g |
| - Tetraetilenglicol dimetacrilato | 0.04 g |
| - Dimetacrilato de ácido dicarboxílico cicloalifático | 0.06 g |
| - Oxidos mixtos esferoidales silanizados | 0.06 g |
| - Trifluoruro de Yterbio | 0.10 g |
| - Vidrio de fluorsilicato de Aluminio y Bario | 0.63 g |
| - Iniciadores, estabilizadores y pigmentos | 0.01 g |

Compoglass libera flúor desde tres fuentes diferentes: del vidrio de fluorsilicato de aluminio, de fluoruros inorgánicos (del adhesivo) y del trifluoruro de Yterbio (patentado por Vivadent).

La resistencia a la abrasión y estabilidad de este material se alcanzan gracias al refuerzo químico de los monómeros (monómero DCDMA cicloalifático = aumento de rigidez) y a la incorporación de un relleno adicional con la tecnología de los composites (esferosil).

Según indican sus fabricantes, Compoglass destaca por:

- Fácil y rápida manipulación.
- Alta liberación de fluoruro ($30\mu\text{g}/\text{cm}^2$ en 4 semanas).
- Mínima abrasión.
- Fuerte adhesión a esmalte y dentina.
- Ajuste marginal adecuado.
- Mínima contracción.

- Estética como los composites (10 colores disponibles).
- Radiopacidad (producida por el Trifluoruro de Yterbio).
- Superficie lisa de óptimo pulido.
- Adhesivo no volátil, sin acetona y de fácil manipulación.
- Otros datos físicos después de 24 h en H₂O, a 37°C:
 - Módulo de elasticidad: 8.700 MPa.
 - Resistencia a la torsión: 105 MPa.
 - Resistencia a la compresión: 260 MPa.
 - Dureza Vickers: 510 MPa.
 - Absorción de agua: 0.33 %.

3. METODO.

3.1. PROCEDIMIENTO.

El proceso que se ha seguido para la realización de este estudio de microfiltración ha sido el siguiente:

3.1.1. Almacenamiento.

Inmediatamente después de su exfoliación o exodoncia por motivos ortodóncicos, los molares fueron sumergidos en un recipiente estéril con agua destilada, a temperatura ambiente.

3.1.2. Preparaciones Cavitarias.

En la cara mesial y distal de cada molar se realizó una preparación cavitaria de clase II sin caja oclusal (con caja interproximal exclusivamente), consiguiendo un total de 24 cavidades (FIGURAS VIII y IX).

Las dimensiones cavitarias, se establecieron con la ayuda de un calibre y fueron las siguientes: (FIGURAS X y XI).

- Longitud mesio-distal: 1.5 mm.
- Longitud buco-lingual: 3 mm.
- Longitud del suelo gingival de la preparación a la unión amelocementaria: 2 mm.

Todas las preparaciones cavitarias se realizaron con turbina, a alta velocidad, refrigerada con agua y con una fresa número 330 de carburo de tungsteno (FIGURA XII).

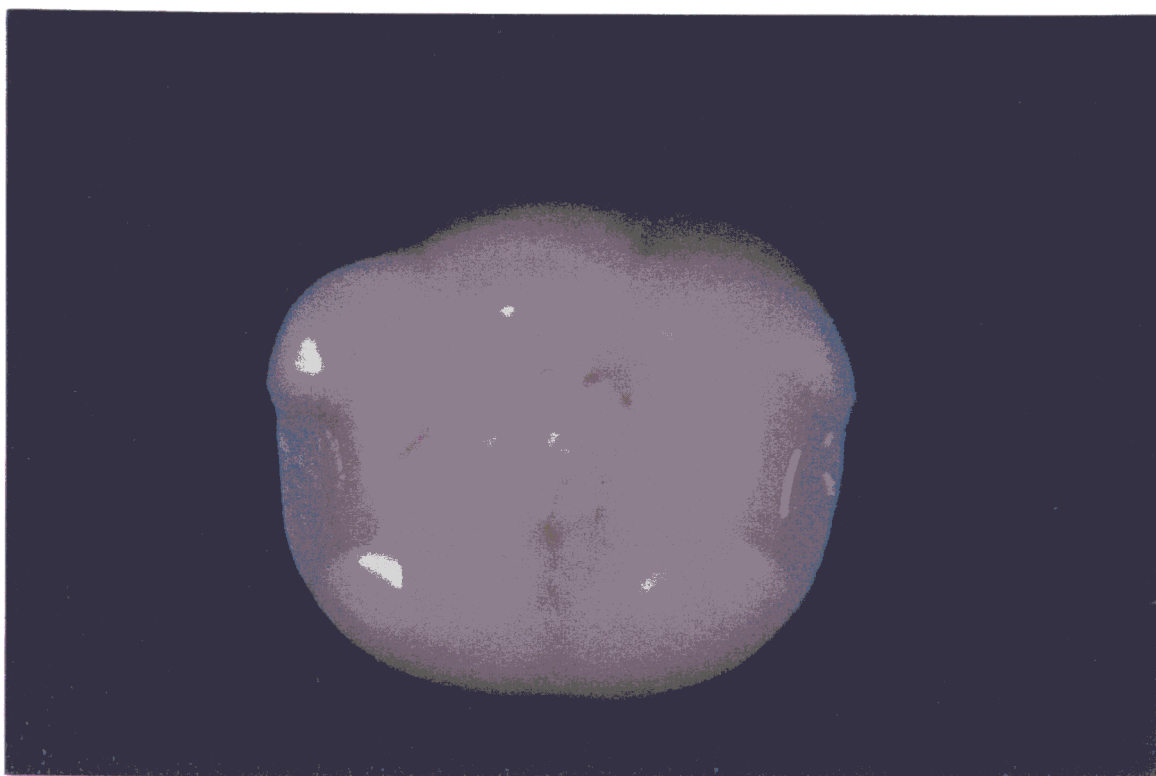


FIGURA VIII: Cara Oclusal de un molar temporal con las dos preparaciones cavitarias de clase II.



FIGURA IX: Cara Interproximal de un molar temporal con su preparación cavitaria correspondiente.

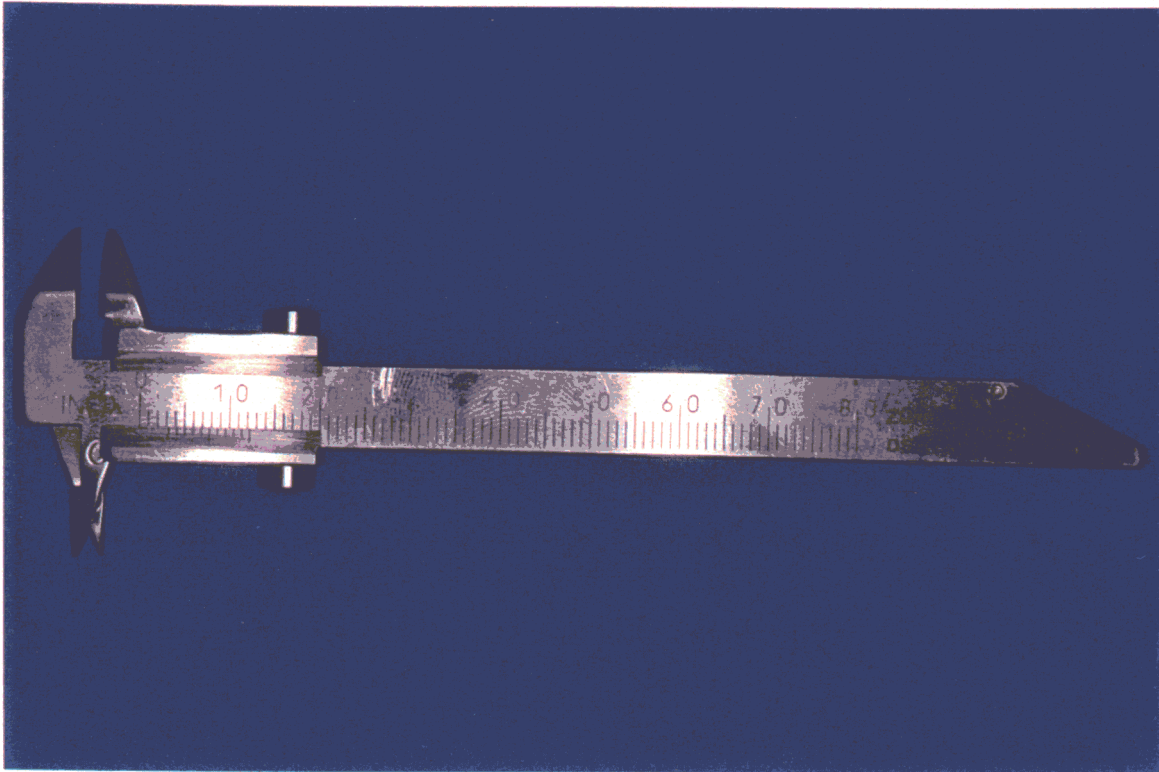


FIGURA X: Calibre Dentaurum (Modelo Zürcher).

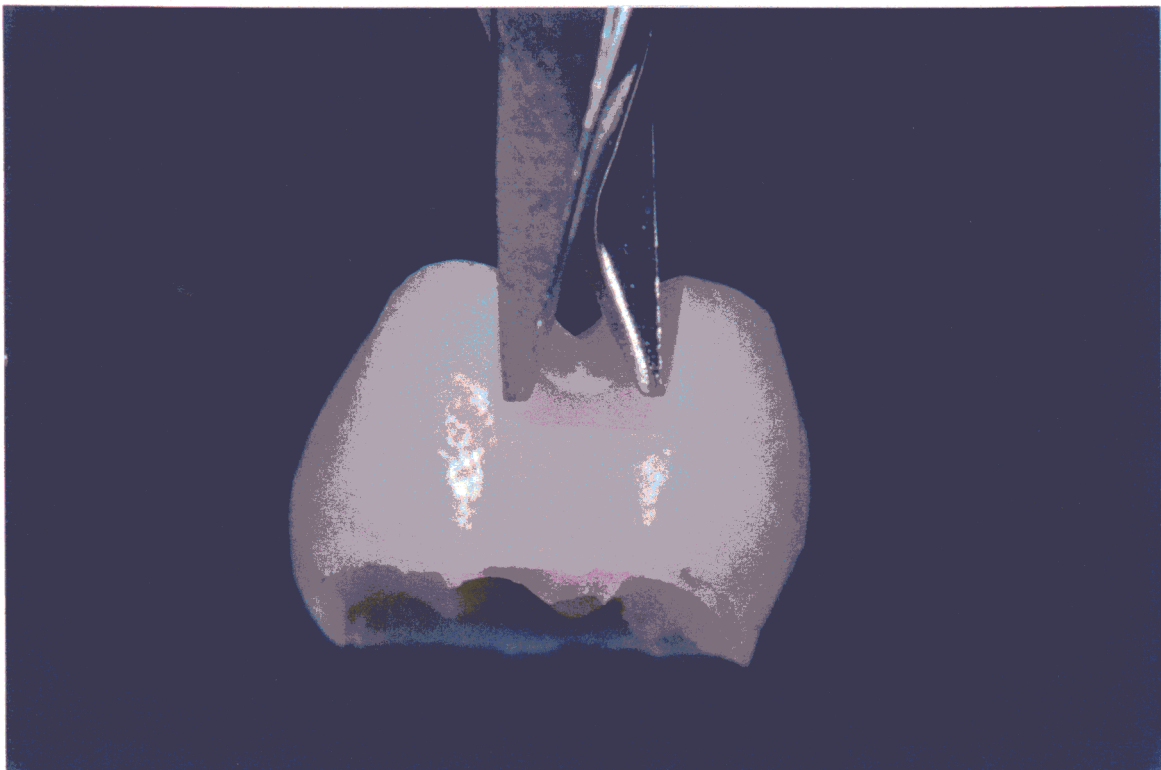


FIGURA XI: Medición de las dimensiones cavitarias con ayuda de un calibre.

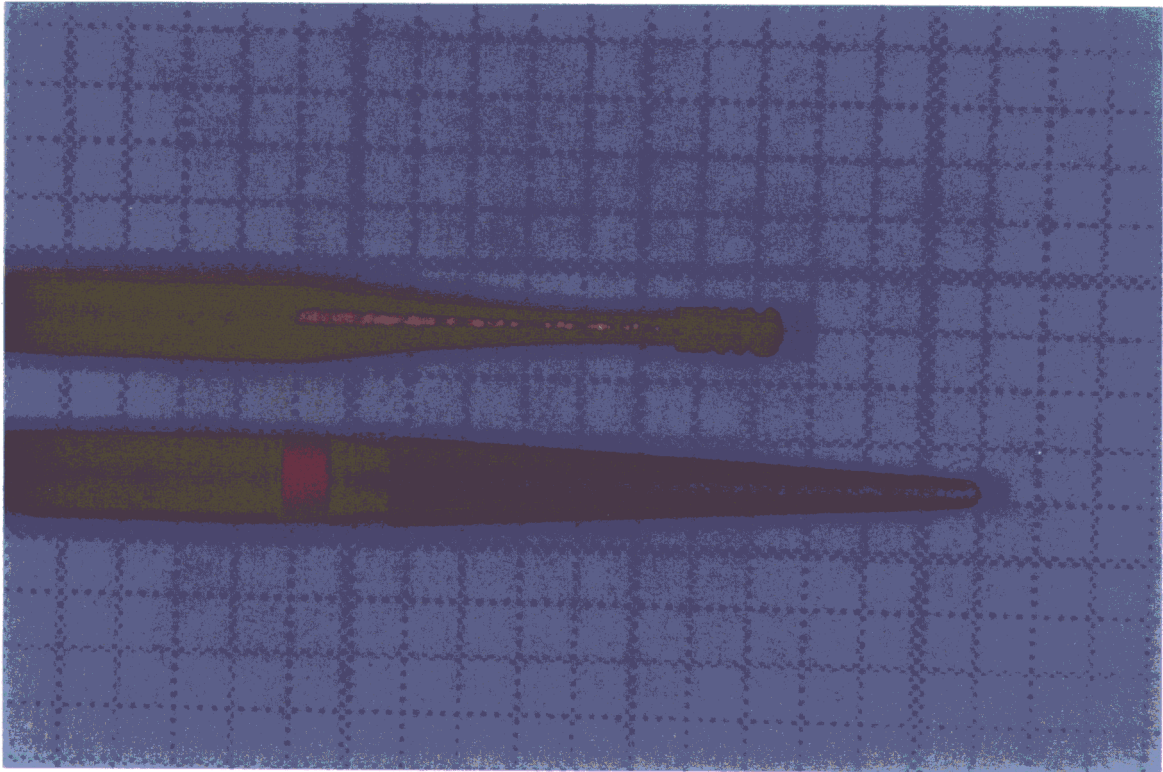


FIGURA XII: Fresas empleadas en el procedimiento.

(Superior: n° 330; Inferior: n° 8858).

3.1.3 Obturaciones.

Tras preparar las cavidades, se lavaron con agua y se secaron suavemente para evitar así su desecación. A continuación, se obturaron.

* *Mesiales:*

Siguiendo en todo momento las instrucciones del fabricante, las 12 cavidades mesiales, se obturaron con el sistema restaurador compómero F2000 (3M).

El proceso fue el siguiente:

- Primer/ Adhesivo: Se cubrió el esmalte y la dentina cavitarias con una capa generosa de este líquido.

Se presionó la pestaña del "Clicker" apoyado sobre un pocillo de mezclas, para obtener una gota de cada componente, primer y adhesivo y se mezclaron con la ayuda del aplicador suministrado en el kit del material. Con este mismo aplicador, se cubrieron las paredes cavitarias.

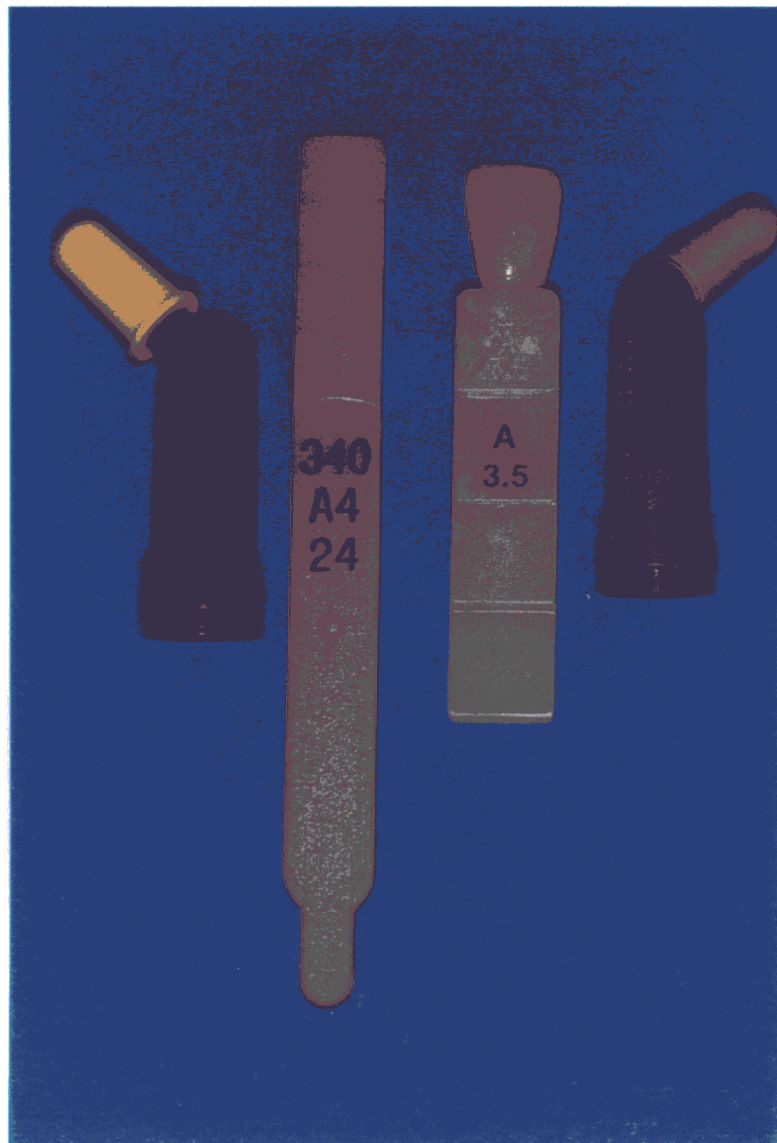
Se esperó durante 30 segundos, observando que la superficie se mantuviera húmeda durante todo ese espacio de tiempo, y a continuación, se secó profusamente durante 5-10 segundos. Inmediatamente después, se fotopolimerizó durante 10 segundos, desde la cara mesial del molar, con la lámpara SATELEC, modelo Acta CWS, que aparece en la FIGURA XIII.

- F2000: Se cargaron las cápsulas de material restaurador F2000 (FIGURA XIV) en una jeringa tipo CENTRIX (FIGURA XV) que permitió colocar el material directamente en las cavidades en una sola aplicación. Con la ayuda de un instrumento plástico, se ajustó lo más posible el material a la cavidad. Seguidamente, se fotopolimerizó de nuevo desde la cara mesial durante 40 segundos.

- Pulido y Acabado: Las restauraciones se acabaron con fresas de diamante de grano fino del n° 8858 (FIGURA XII), con la misma turbina, a alta velocidad y refrigeradas con agua. La FIGURA XVI muestra una obturación realizada con F2000.



FIGURA XIII: Unidad de polimerización SATELEC, modelo Acta CWS.



*FIGURA XIV: Cápsulas y guías de colores empleados en la obturación de las cavidades
(Derecha: F2000; Izquierda: Compoglass).*

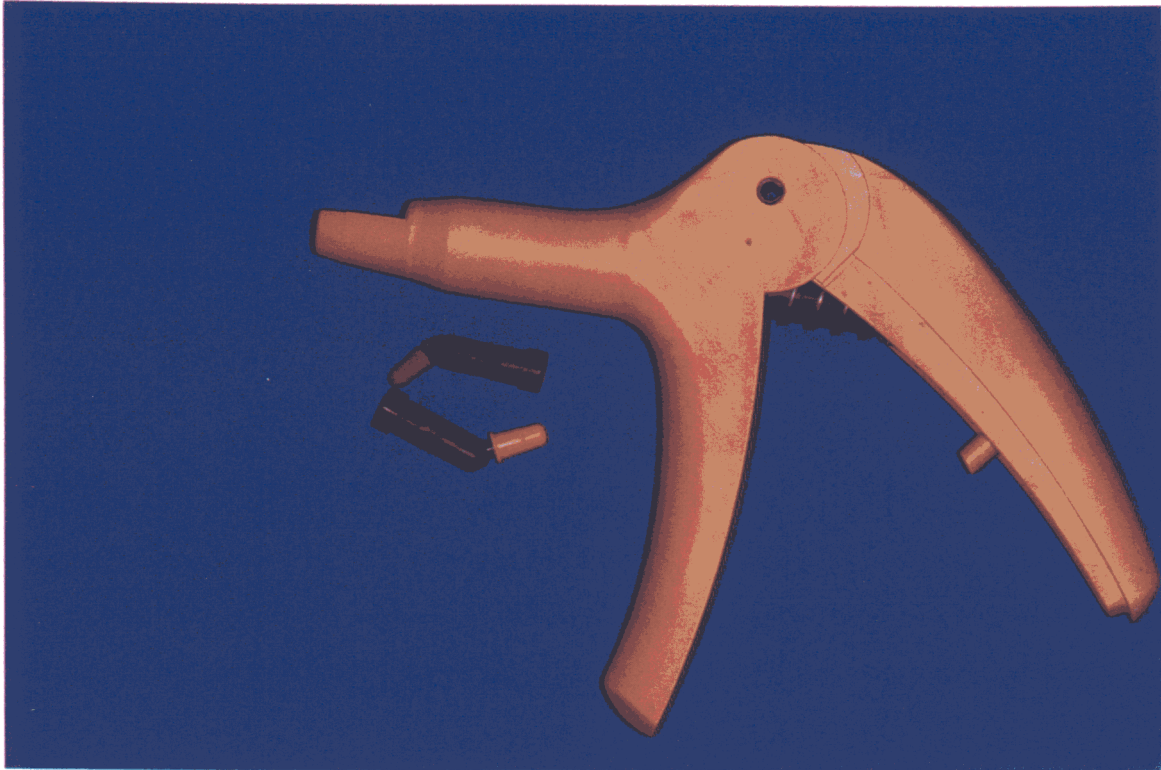


FIGURA XV: Jeringa NU GUN tipo Centrix.

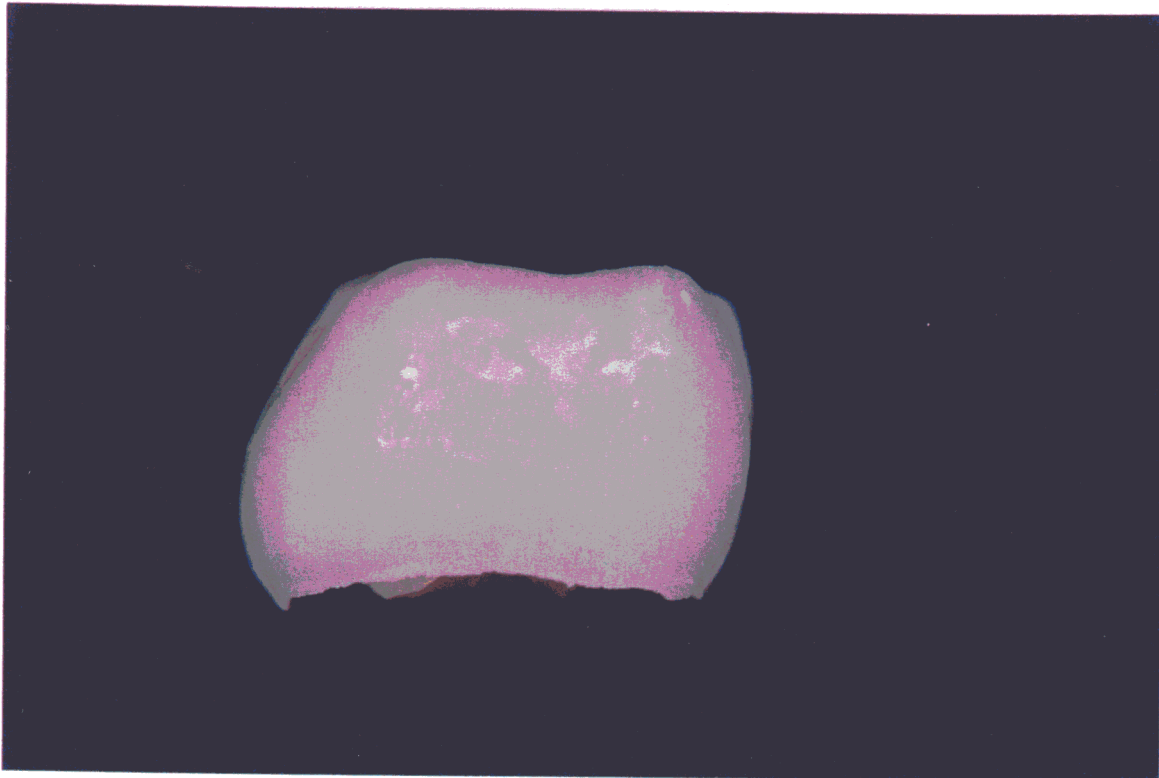


FIGURA XVI: Obturación mesial realizada con F2000.

** Distales:*

Las preparaciones cavitarias distales se obturaron con el otro material en estudio, Compoglass (Vivadent) (FIGURA XVII).

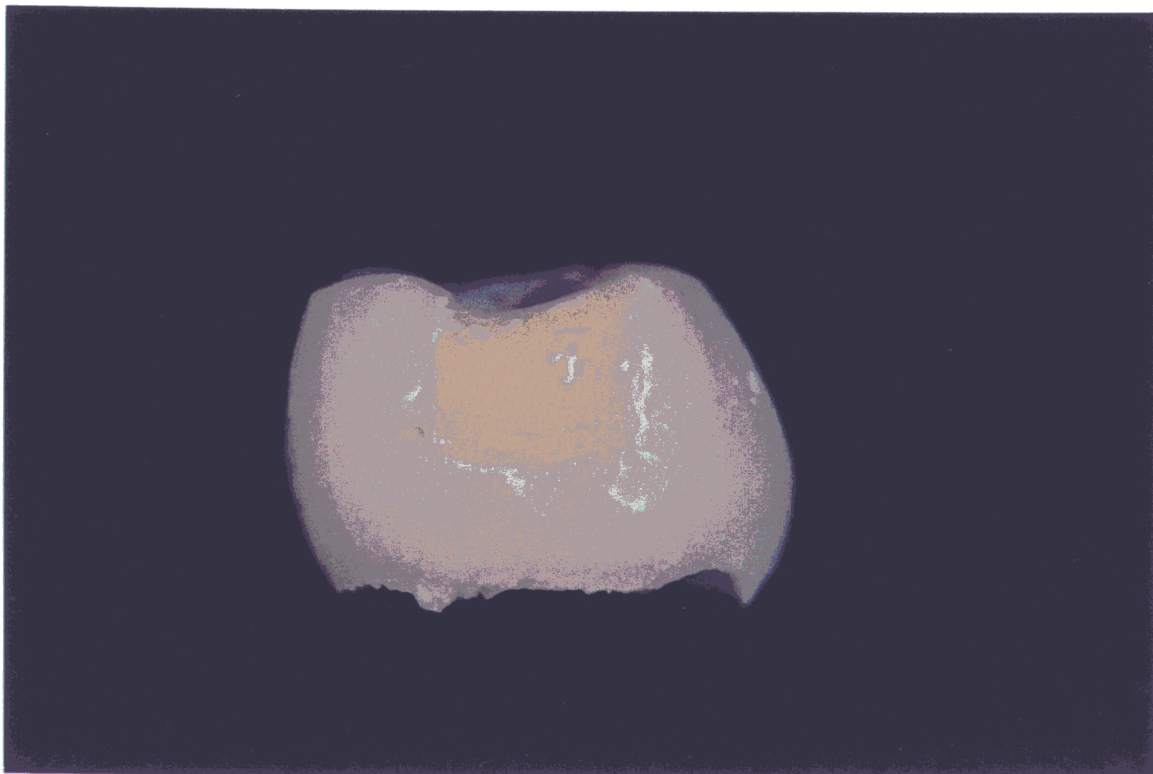


FIGURA XVII: Obturación distal realizada con Compoglass.

El proceso de obturación fue el siguiente:

- Adhesivo Syntac: Mediante un pincel se cubrieron todas las superficies cavitarias (esmalte y dentina) con el adhesivo Syntac.

Tras esperar 20 segundos, se aplicó aire que extendió en capas finas el adhesivo, para ser luego fotopolimerizado, desde la cara distal del molar, durante 20 segundos. Se empleó la misma lámpara de polimerización.

De nuevo, se pinceló la cavidad con una segunda capa de Syntac, e inmediatamente después se aplicó aire y se volvió a aplicar luz desde distal, durante otros 20 segundos.

- Compoglass: Se cargó un cavifill de Compoglass (FIGURA XIV) en la jeringa CENTRIX y se colocó el material en la cavidad en una sola aplicación. Con la ayuda de un instrumento plástico se conformó la obturación ajustada a los márgenes cavitarios, y se fotopolimerizó durante 40 segundos.

- Acabado y pulido: Con la turbina a alta velocidad y fresas diamantadas de grano fino refrigeradas por agua, se acabaron y pulieron las obturaciones.

La FIGURA XVIII muestra un molar temporal completamente restaurado.

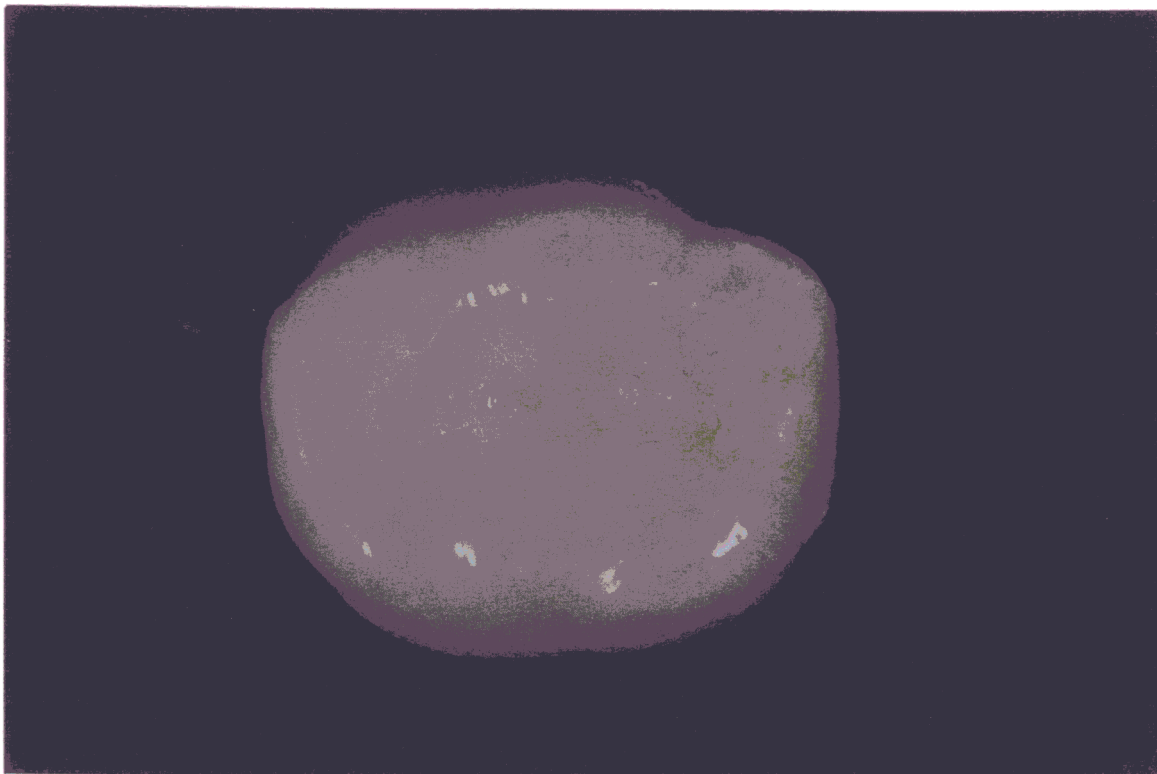


FIGURA XVIII: Cara Oclusal de un molar temporal obturado en sus caras interproximales

Obt. mesial: F2000 (Izqda); Obt. distal: Compoglass (Dcha).

3.1.4. Proceso de Envejecimiento.

Durante 5 horas se sometió a los 12 molares a un proceso de envejecimiento.

Este período de tiempo correspondió a 100 ciclos de 3 minutos de duración cada uno, en los que los molares, introducidos en una máquina de envejecimiento, se cubrían por continuos baños de agua destilada, bajo la acción de un haz de luz ultravioleta.

A continuación, se sumergieron los molares en un recipiente estéril con agua destilada, permaneciendo así durante 12 horas a temperatura ambiente.

3.1.5. Aislamiento.

Tras sacar a los molares del agua destilada, se secaron ligeramente con un papel secante.

Las superficies radiculares de cada muestra se sellaron con resina acrílica autopolimerizable, conformando una base, que se dejó fraguar.

Las superficies coronarias, excluyendo las zonas de las restauraciones y un área de 2 mm alrededor de ellas, fueron cubiertas por 2 capas de esmalte de uñas (FIGURA XIX).

Durante unos minutos, se dejaron las muestras a temperatura ambiente, para permitir que se secase el esmalte de uñas.

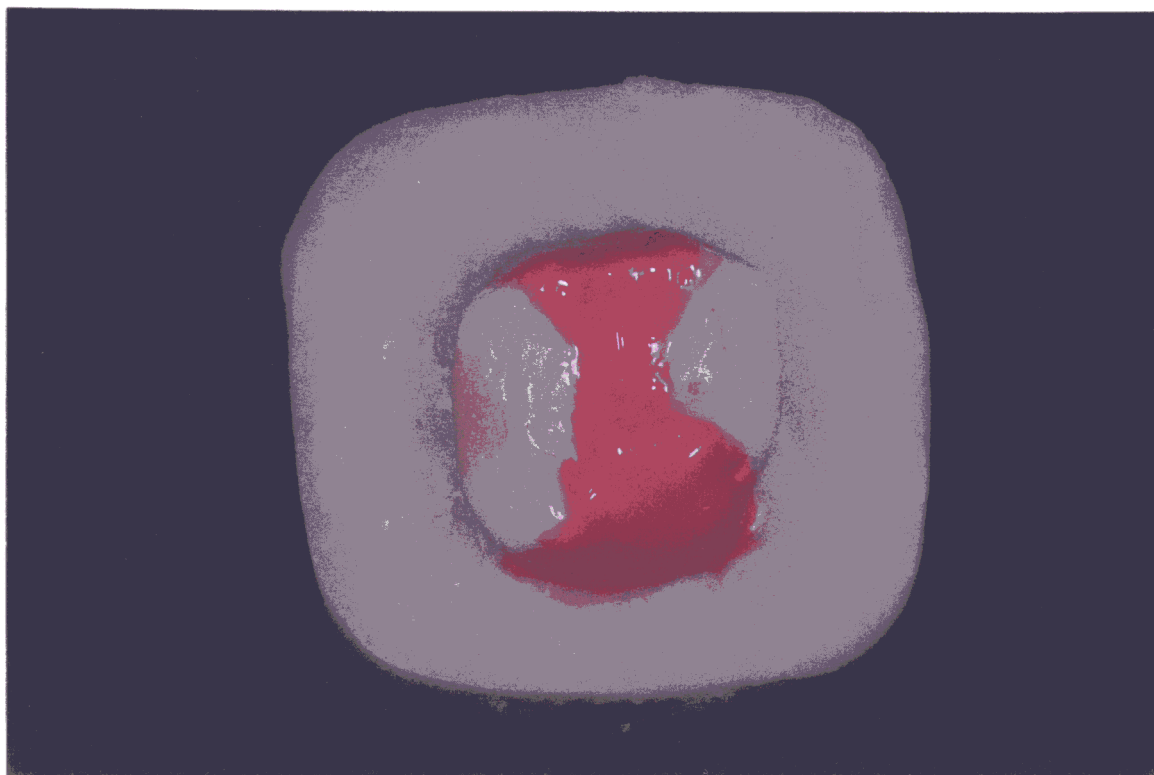


FIGURA XIX: Molar temporal sellado con una base de resina acrílica y dos capas de esmalte de uñas.

3.1.6 Tinción.

Durante 4 horas se sumergieron las 12 muestras en un recipiente estéril con una tinción de azul de metileno al 5%.

Dicha tinción fue preparada instantes antes, añadiendo 5 gr de polvo de azul de metileno a 100 ml. de agua destilada.

3.1.7. Preparación de las Muestras para su Estudio.

Tras sacar las muestras de la tinción, se lavaron bajo un chorro de agua corriente,

eliminando en todo lo posible la capa de esmalte de uñas que cubría cada molar.

En este momento, se entregaron las 12 muestras al personal especializado del Laboratorio de Caracterización Microestructural y Microanalítica, perteneciente a la División de Materiales y Estructuras del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, I.N.T.A., quienes las prepararon para hacer posible su observación y estudio. El proceso que siguieron fue el siguiente:

** Corte:*

Con un disco de diamante de 0.3 mm colocado en una cortadora de baja velocidad (FIGURA XX), se seccionaron los molares longitudinalmente, en sentido corono-apical, a través de las restauraciones realizadas previamente (FIGURA XXI).

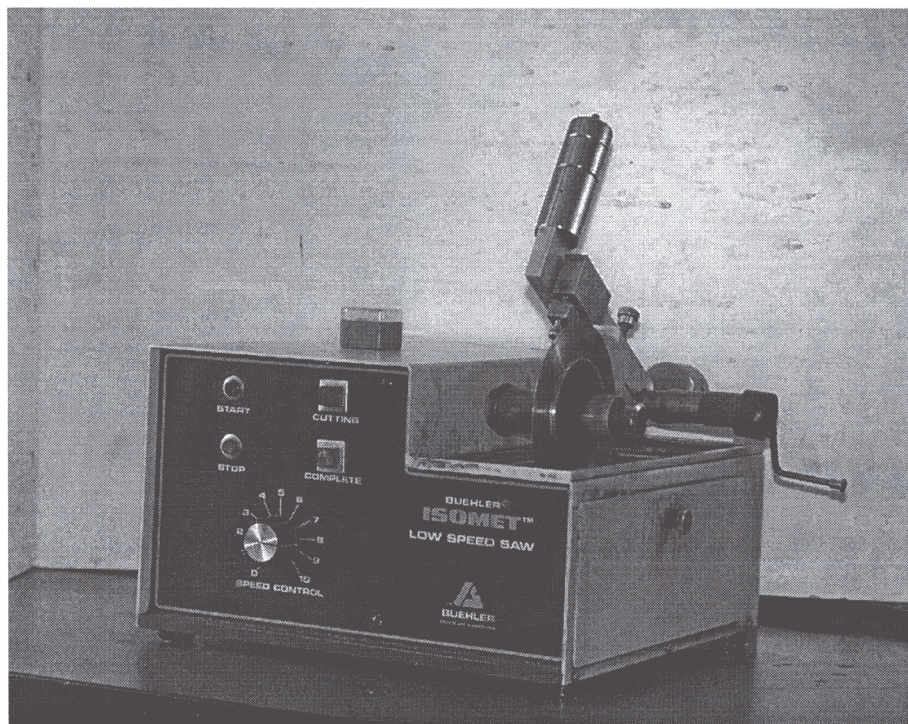


FIGURA XX: Cortadora de baja velocidad con un disco de diamante (cortesía del INTA).

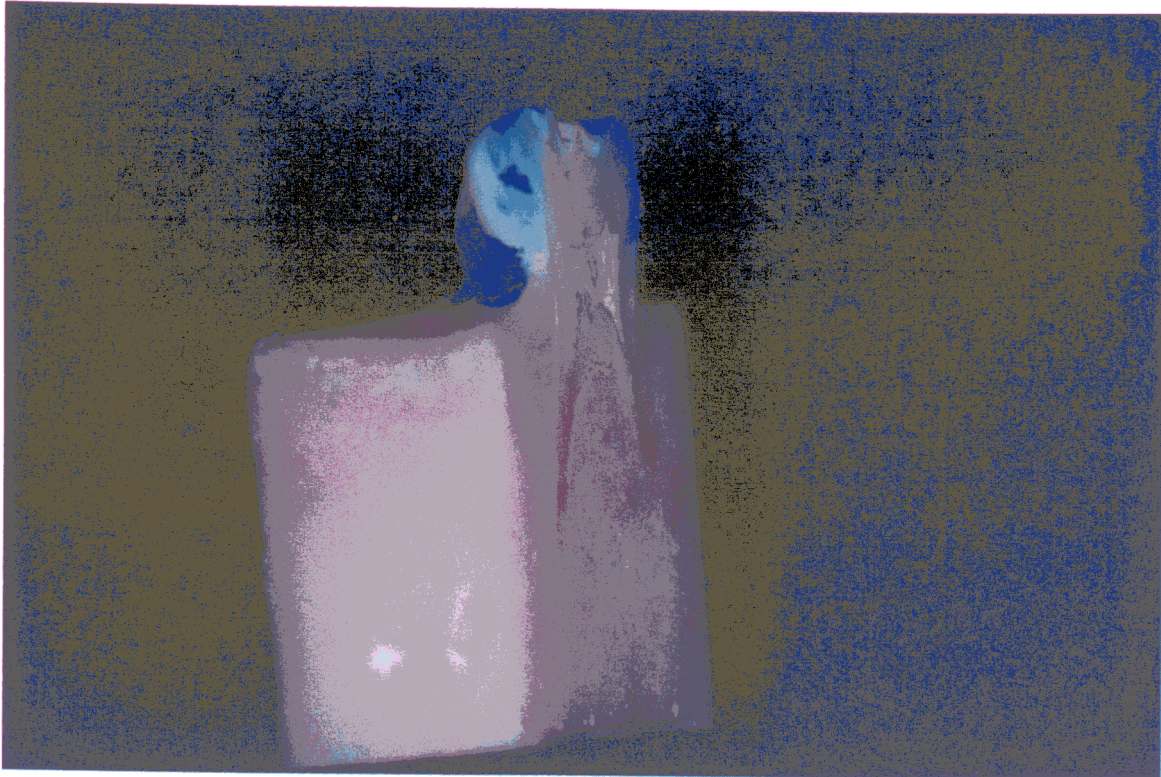


FIGURA XXI: Molar temporal seccionado a través de las obturaciones.

** Embutido:*

De los 2 fragmentos obtenidos con la sección del molar, se escogió el que, al observar el molar apoyado sobre la base de resina, tenía la obturación distal a la derecha.

El fragmento seleccionado se introdujo, con la cara de corte hacia el fondo de un recipiente cilíndrico de goma de 25 cm. de diámetro y 20 cm. de alto. A continuación, se cubrió con resina Buehler Pastic Kit para ser embutido.

Se dejó fraguar la resina y a continuación, se sacó la muestra del recipiente (FIGURA XXII).

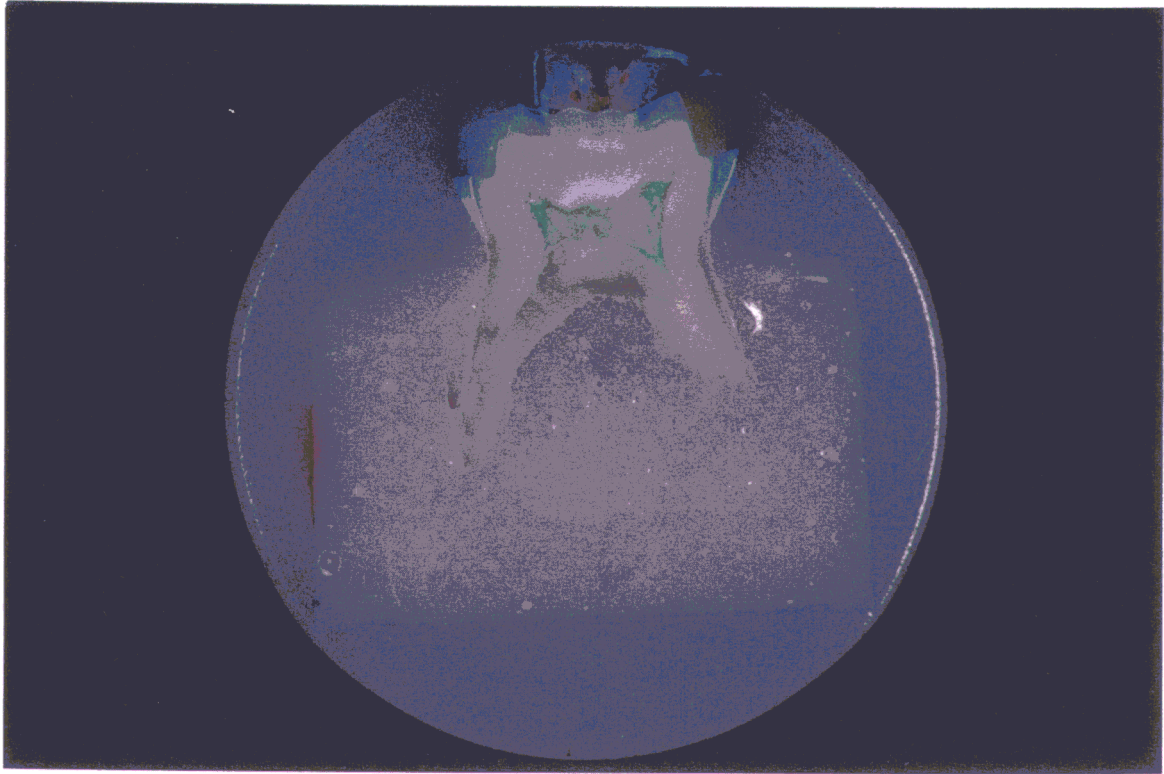


FIGURA XXII: Muestra embutida en resina.

** Pulido:*

La cara de la sección del molar se pulió con una máquina Buehler Motopal 2000 empleando diversas lijas de carburo de silicio, de grano entre 800 y 1200.

El acabado final de la preparación también se hizo con otra pulidora Buehler Metaserv, con paños de pulido y con pasta de diamante de entre 3 y 6 μ m.

3.1.8. Observación y Registros Fotográficos.

Tras toda esta preparación, las muestras estaban ya listas para su observación y fotografiado en una lupa binocular, en la División de Materiales y Estructuras del I.N.T.A. (FIGURA XXIII).

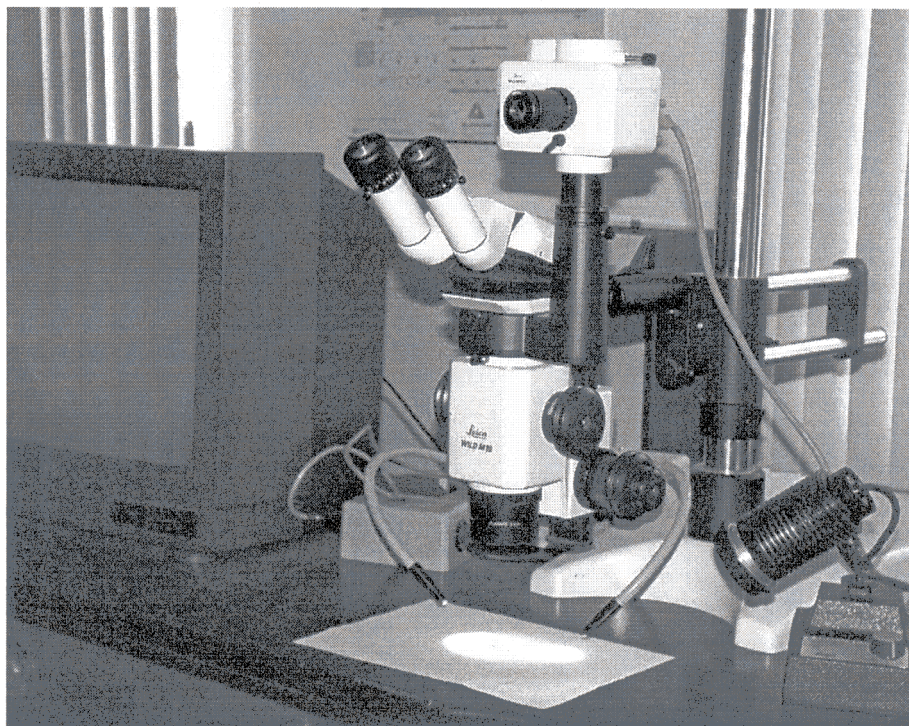


FIGURA XXIII: Lupa binocular Leica Wild M10 (Cortesía del INTA).

Se asignó un número del 1 al 12 a cada muestra, y se tomaron 4 fotografías a cada una, variando la ampliación de la imagen de la lupa binocular de la siguiente manera:

- 8 aumentos (Molar Completo).
- 16 aumentos (Molar Completo).
- 40 aumentos (Restauración mesial).
- 40 aumentos (Restauración distal).

Para la realización de las fotografías, la máquina se colocó en posición automática y con el diafragma abierto. El revelado de los negativos se hizo en un centro Kodak especializado.

3.1.9. Microscopía Electrónica de Barrido.

Para estudiar más detalladamente la adaptación y unión cavitaria de las restauraciones, se eligieron 2 muestras de forma aleatoria para ser observadas a microscopio electrónico de barrido.

De nuevo, ambas muestras fueron preparadas por el personal especializado de Laboratorio de Caracterización Microestructural y Microanalítica del I.N.T.A. mediante su metalización en vacío (FIGURA XXIV).

Tras su examen con el microscopio electrónico de barrido (FIGURA XXV), se consiguieron diversas imágenes de las interfases esmalte-restauración y dentina-restauración de ambos materiales, en las dos muestras.

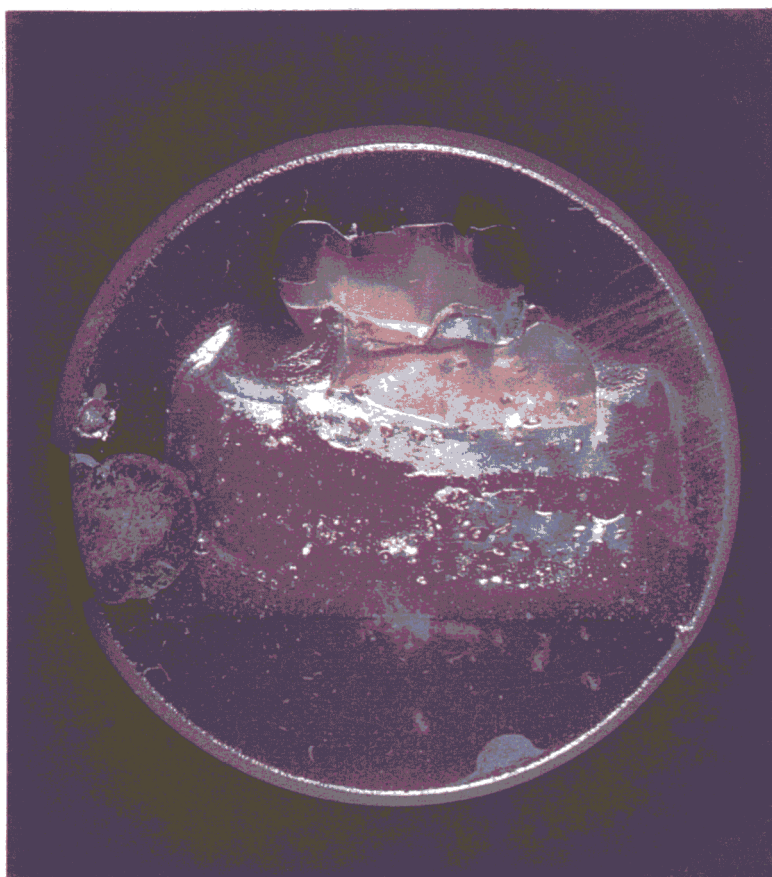


FIGURA XXIV: Muestra metalizada para poder observarla con microscopio electrónico de barrido.



FIGURA XXV: Microscopio electrónico de barrido JEOL JSM840 (Cortesía del INTA).

3.2. PARAMETROS DE EVALUACIÓN.

El grado de microfiltración de la tinción observado en los registros fotográficos de las muestras, se determinó siguiendo la siguiente escala de valores:

- Grado 0: No existe filtración.
- Grado 1: Sólo hay filtración en la mitad exterior de la restauración.
- Grado 2: Hay filtración en toda la restauración.
- Grado 3: La filtración sobrepasa la restauración.

Se evaluaron ambas restauraciones de cada muestra, tanto en el margen oclusal como en el gingival, con lo que se obtuvieron 4 valoraciones por muestra.

El modelo de tabla donde se registraron los datos obtenidos se representa a continuación (TABLA IX):

| NUMERO MUESTRA | OBTURACION MESIAL F2000 | | OBTURACION DISTAL COMPOGLASS | |
|-------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|
| | Margen Oclusal | Margen Gingival | Margen Oclusal | Margen Gingival |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |

TABLA IX: Modelo de la tabla de resultados empleada.

3.3. ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS.

Con los 48 valores obtenidos, se elaboró una base de datos en MICROSOFT ACCESS, para su ulterior análisis con el paquete estadístico BMDP⁽¹⁵²⁾.

Debido al tamaño y características de la muestra, el análisis estadístico de los resultados se realizó con el Test de los Signos y con el Test de Simetría de Mc Nemar.

Ambos tests se realizan con datos pareados o con dos muestras relacionadas. El objetivo fundamental de los mismos es ver si dos tratamientos difieren entre sí o uno de ellos es mejor que el otro. Se usan los mismos sujetos en las dos ocasiones o pares igualados.^(153,154)

El Test de los Signos no usa rangos, sino el número de diferencias positivas N_+ y negativas N_- , realizando un contraste binomial bajo la hipótesis nula de igual probabilidad de obtener los signos + y -.

Diversos estudios prueban que este contraste tiene una gran potencia, que se pierde o decrece a medida que aumentan los datos, por pérdida de información. Por consiguiente, es una excelente prueba para el caso en el que tengamos pocos datos, como en nuestro estudio.

El Test de Simetría de Mc Nemar puede considerarse como un caso particular de la prueba de los Signos. Los datos que maneja se consideran dentro de una escala categórica binaria con los siguientes valores: 0:NO y 1:SI. Se usa cuando a los mismos sujetos se les mide una misma variable en dos tiempos o en datos pareados. El test mide si los cambios en una dirección (SI \rightarrow NO) son los mismos que en la otra dirección (NO \rightarrow SI). Es una excelente alternativa para la diferencia de proporciones.

ABRIR CAPÍTULO V

